

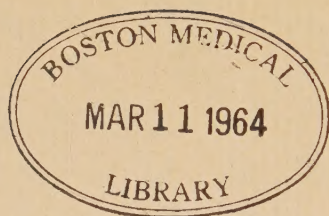
COUNTWAY LIBRARY



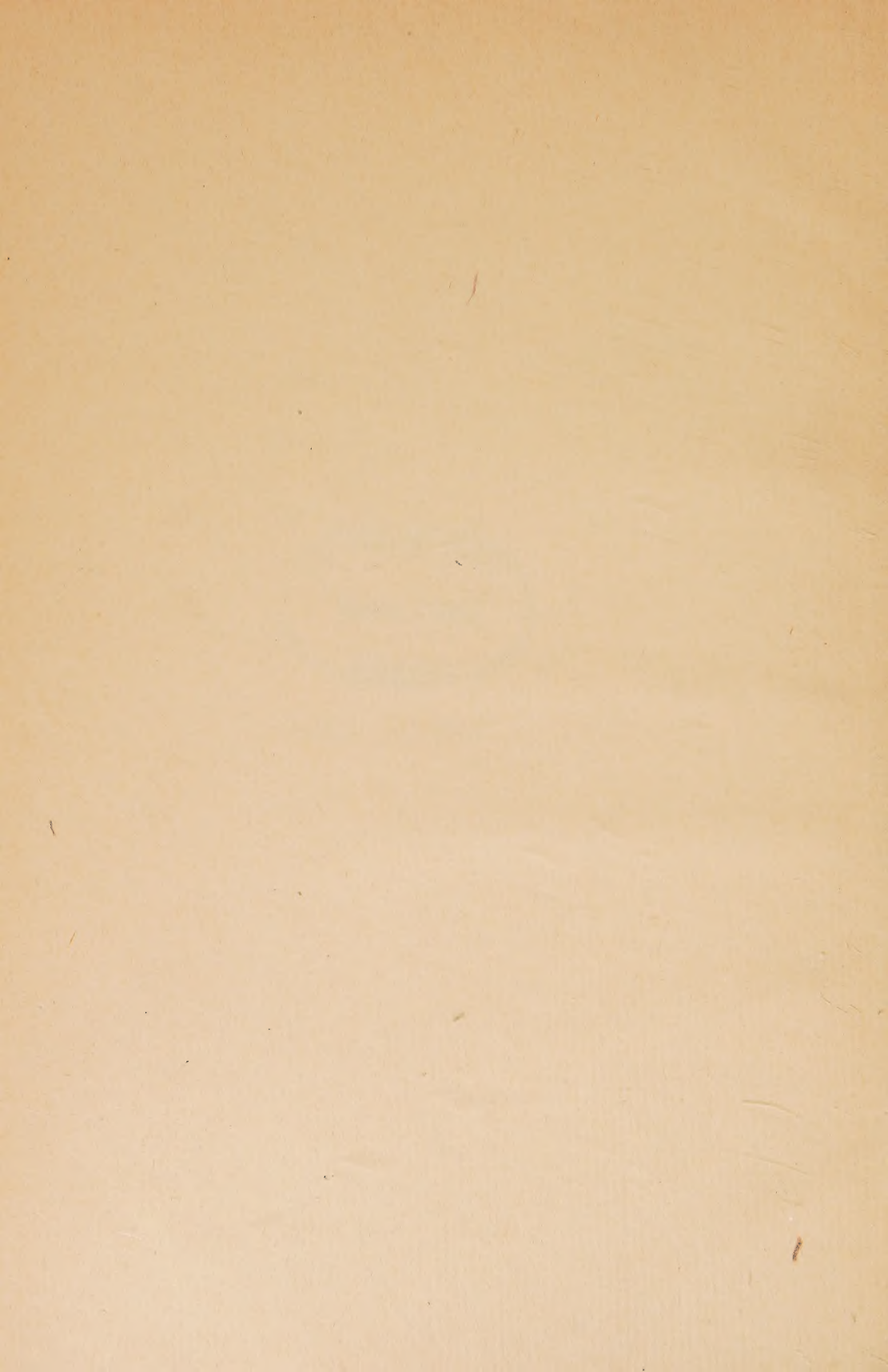
HC 2S1U 4

HANDBUCH DER LICHTTHERAPIE

HERAUSGEGEBEN VON
W. HAUSMANN UND R. VOLK



2.3205



HANDBUCH DER LICHTTHERAPIE

UNTER MITARBEIT VON

O. BERNHARD-ST. MORITZ · O. CHIEVITZ-KOPENHAGEN · F. M. EXNER-WIEN
F. HAUER-WIEN · W. HAUSMANN-WIEN · K. HULDSCHINSKY-BERLIN
E. LANG-ERLANGEN · A. LAQUEUR-BERLIN · G. POLITZER-WIEN
L. SCHÖNBAUER-WIEN · J. SORGO-WIEN · O. STRANDBERG-KOPENHAGEN
J. URBANEK-WIEN · R. VOLK-WIEN · C. H. WÜRTZEN-KOPENHAGEN

HERAUSGEGEBEN VON

W. HAUSMANN UND **R. VOLK**

MIT 106 ABBILDUNGEN UND 36 TABELLEN IM TEXT



WIEN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1927

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN

Vorwort

In dem vorliegenden kurzen Handbuche der Lichttherapie ist der Versuch gemacht, den derzeitigen Stand unserer Kenntnisse in gedrängter Form wiederzugeben, dabei aber alles für den selbständigen Therapeuten Wissenswerte mitzuteilen, der auch über die theoretischen Grundlagen in großen Zügen orientiert sein soll. Es ist unser Bestreben gewesen, verschiedene lichttherapeutische Schulen heranzuziehen und derart ein möglichst vollständiges Bild der einzelnen Richtungen zu erhalten. Aus diesem Grunde haben wir besonderen Wert darauf gelegt, auch den Begründer der Heliotherapie selbst, sowie die Urheber einzelner Lichtheilmethoden zu Worte kommen zu lassen.

Wie bei anderen Werken ähnlicher Art konnten auch bei diesem Handbuche manche Wiederholungen nicht ganz vermieden werden.

Das Handbuch ist in einen allgemeinen und einen speziellen Teil eingeteilt. Im allgemeinen Abschnitt werden nach einer historischen Einleitung die Physik des Lichtes und der Himmelsstrahlung, die künstlichen Lichtquellen und die Lichtmeßmethoden, sowie die biologischen und morphologischen Lichtwirkungen erörtert. Die allgemeinen Gesichtspunkte der Lichttherapie, sowie die Anwendung der lichttherapeutischen Apparate sind in einem eigenen Kapitel abgehandelt.

Der zweite, spezielle Teil des Werkes enthält die Besprechung der Lichtheilmethoden in den einzelnen Zweigen der praktischen Medizin, sowie eine kurze Erörterung der Pockenbehandlung durch Lichtabschluß. Die hervorragende Stellung, die sich die Lichttherapie auf allen Gebieten seit dem verhältnismäßig kurzen Zeitraume ihres Bestandes errungen hat, scheint uns auch aus diesen Darlegungen klar hervorzugehen.

Wien, im September 1927

Die Herausgeber

15753

539056

Inhaltsverzeichnis

Allgemeiner Teil

	Seite
Die historische Entwicklung der Lichttherapie. Von Dr. O. BERNHARD-St. Moritz. Mit 3 Abbildungen	3
Physik der Sonnen- und Himmelstrahlung. Von Hofrat Professor Dr. F. M. EXNER-Wien. Mit 5 Abbildungen und 13 Tabellen.....	13
Die künstlichen Lichtquellen. Von Professor Dr. F. HAUER-Wien. Mit 29 Abbildungen und 22 Tabellen.....	44
Methoden der Lichtmessung im Ultraviolett. Von Professor Dr. F. HAUER-Wien. Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle.....	78
Die allgemeinen Grundlagen der Lichttherapie. Von Hofrat Professor Dr. W. HAUSMANN-Wien	89
Die morphologischen lichtbewirkten Veränderungen normaler und erkrankter Gewebe. Von Dr. G. POLITZER-Wien. Mit 10 Abbildungen.....	114
Allgemeines über Lichttherapie und über die Anwendung lichttherapeutischer Apparate. Von Chefarzt Dr. O. STRANDBERG-Kopenhagen (Finsen-Institut). Mit 10 Abbildungen.....	137

Spezieller Teil

Die Heliotherapie chirurgischer Erkrankungen. Von Dr. O. BERNHARD-St. Moritz. Mit 12 Abbildungen	165
Die Behandlung chirurgischer Erkrankungen mit künstlichen Lichtquellen. Von Chefarzt Dr. O. CHIEVITZ-Kopenhagen (Finsen-Institut). Mit 8 Abbildungen	201
Lichttherapie in der Kinderheilkunde und prophylaktische Lichtbehandlung. Von Dr. K. HULDSCHINSKY-Berlin. Mit 4 Abbildungen.....	259
Die Lichttherapie in der Gynäkologie. Von Dr. E. LANG-Erlangen. Mit 6 Abbildungen	409
Lichttherapie innerer Erkrankungen. Von dirig. Arzt Dr. A. LAQUEUR-Berlin. Mit 1 Abbildung	236
Die Lichtbehandlung der Lungentuberkulose. Von Professor Dr. J. SORGO-Wien.	284
Die künstliche Höhensonne als therapeutischer Behelf in der Chirurgie. Von Privatdozent Dr. L. SCHÖNBAUER-Wien	225
Die Anwendung des Lichtes in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie. Von Chefarzt Dr. O. STRANDBERG-Kopenhagen. Mit 7 Abbildungen	302
Lichttherapie des Auges. Von Dr. J. URBANEK-Wien. Mit 5 Abbildungen....	371
Lichttherapie der Haut- und Geschlechtskrankheiten. Von Professor Dr. R. VOLK-Wien. Mit 4 Abbildungen	327
Die Behandlung der Pocken durch Lichtentzug. Von Chefarzt Doktor C. H. WÜRTZEN-Kopenhagen (Oresund-Krankenhaus)	430
Sachverzeichnis	437

Allgemeiner Teil



Digitized by the Internet Archive
in 2025

Die historische Entwicklung der Lichttherapie

Von

Oskar Bernhard-St. Moritz

Mit 3 Abbildungen

Die Anwendung des Sonnenlichtes zu therapeutischen Zwecken wird so alt sein wie die Menschheit überhaupt. Das Sonnenlicht und das Wasser sind für Mensch und Tier die naheliegendsten Heilfaktoren gewesen.

Die ersten schriftlichen Nachrichten über Lichtwirkungen finden wir beim „Vater der Geschichte“, bei HERODOT. HERODOT, geboren um das Jahr 490 v. Chr. zu Halikarnaß in Karien, schöpfte seine historischen Kenntnisse direkt an den Quellen, und zwar auf weiten Reisen, welche er in den Jahren 450 bis 440 nach den griechischen Inseln, Kleinasien, dem damaligen Persien und dem Norden Afrikas unternommen hatte. Besonders Ägypten war der Gegenstand seiner Aufmerksamkeit und Forschung geworden. Seiner feinen Beobachtungsgabe entging nichts Wichtiges. So fiel ihm auf, daß die Ägypter Fleisch und kleines Geflügel an der Sonne dörreten: „Einige von ihnen leben auch nur von Fischen, welche sie fangen; sie nehmen ihnen die Eingeweide heraus, trocknen sie an der Sonne und essen sie dann auf diese Weise gedörret.“¹

Auch wurde er von Leuten darauf aufmerksam gemacht, daß von den gesondert aufbewahrten Schädeln der in der Schlacht von Pelusium Gefallenen (525 v. Chr.), wo Kambyzes und Psammenit miteinander gekämpft hatten, die Schädel der Perser mürb, die der Ägypter hart waren.

„Ein großes Wunder aber sah ich daselbst.“² Es sind nämlich die Gebeine der von beiden Seiten in der Schlacht Gefallenen getrennt voneinander aufgeschüttet; bei den Gebeinen der Perser nun sind die Schädel so schwach, daß man, wenn man nur mit einem Steinchen danach werfen will, sie durchlöchert; die Schädel der Ägypter dagegen sind so stark, daß man sie kaum zertrümmern kann, wenn man mit einem starken Stein darauf schlägt. Als Ursache davon geben die Eingeborenen an und überzeugten mich auch leicht davon, daß die Ägypter gleich von der frühesten Kindheit an den Kopf scheren lassen, und wird der Knochen dadurch hart an der Sonne. Eben dasselbe ist der Grund, warum sie nicht kahlköpfig werden; denn man wird bei den Ägyptern die wenigsten Kahlköpfe unter allen Menschen erblicken. Dies also ist der Grund, warum dieselben so harte Schädel haben. Bei den Persern dagegen liegt der Grund, warum sie schwache Schädel haben, darin, daß sie von Anfang an ein Stubenleben führen und Tiarenhüte tragen.³ Daß dies nun sich wirklich so verhält, sah ich selbst.“

¹ HERODOT, II, 77 und 92.

² HERODOT, III, 12.

³ Nach HERODOT, I, 136, bleiben die Kinder der Perser fünf Jahre hindurch bei den Frauen, ohne ihre Väter zu sehen.

Daß die alten Ägypter auch Sonnenbäder nahmen, ersehen wir aus der Anlage und der Bauart ihrer Häuser. Ein Relief aus El Amarna zeigt uns den König Echnaton¹ (Amenophis IV.), um 1375 bis 1358 v. Chr., und seine Familie in einer von feinen Säulen getragenen Halle unter den Strahlen der Sonne sitzen. Einzelne Strahlen endigen mit dem Schriftzeichen „Leben“ — eine drastische und naive Darstellung der Leben und Gesundheit spendenden Sonne.

Auch die Assyrier hatten auf ihren Dächern Einrichtungen für Sonnenbäder.



Abb. 1. Der König und seine Familie unter dem Strahlenaton (Symbol der Sonnenscheibe)

Wie diese alten Völker, übten auch schon die alten Germanen Sonnenlichtbehandlung aus.² Der Wärme spendenden und die dunklen Nachtelben ver scheuchenden Sonne, dem Einauge ihres Heilgottes, Wodan-Odin, übergaben sie zur Heilung ihre kranken Kinder, indem sie dieselben auf die Hausdächer legten. In ihren dunklen Wäldern, in engen Höhlen und wahrscheinlich halb unter-

¹ ECHNATON (d. h. „die Sonnenscheibe freut sich“) trat als Reformator auf, der die vielen Gottheiten der Ägypter durch eine einzige, das Sonnengestirn, ersetzen wollte.

² Vgl. NEUBURGER, Geschichte der Medizin, Bd. 2, I. Teil. Stuttgart 1911, und HÖFLER, Altgermanische Heilkunde (Handbuch der Geschichte der Medizin, Bd. 1. Jena 1902).

irdischen Wohnungen oder auf ihren Pfahlbauten, dicht um das Herdfeuer gepreßt, am Tage halb geräuchert und die Nacht in ungesunden Schlafräumen verbringend, hatten sie den Winter zu überstehen; krank und durch Seuchen dezimiert, erlöste sie das Frühjahr aus der ungesunden Haft, und sie begrüßten mit Recht die steigende Sonne als den Heilgott, der sie wieder gesund machte. In Verbindung mit ihrem Sonnenkultus besuchten sie auch auf sonnigen Höhen gelegene Genesungsstätten, die sie Odinsacker (Odainsacker) oder Heilberge nannten (Hlyfiaberg der Edda).

„Der Heilberg heißt er, dieweil da Hilfe die Lahmen und
Siechen seit lange suchen,
Verjährt Leiden ledig wird jede Frau und gestärkt,
die den Gipfel ersteigt.“

Die alten Griechen dürften ebenfalls das Sonnenlicht als Heilmittel benutzt haben. Äskulap, der Gott der Heilkunde, war ein Sohn des Lichtgottes Phöbus Apollo. Im Heiligtum seines Stammortes, dem Äskulaptempel zu Epidauros in Argolis, hat man in neuester Zeit nach Süden geöffnete Galerien im Anschluß an die Schlafstätten der Kranken, welche der Inkubationsbehandlung dienten, gefunden, und daraus gedeutet, daß die Äskulappriester in mehr praktischer Erkenntnis ihre Patienten auch der Sonne ausgesetzt hätten.

Der erste Mediziner, der die Sonnenlichtbehandlung erwähnt, ist HIPPOKRATES, geboren 460 v. Chr., der princeps medicinae,¹ hervorgegangen aus der berühmtesten ärztlichen Lehranstalt des Altertums, dem mit Kliniken versehenen Asklepieion zu Kos. In seinen „Aphorismen“ huldigt er einer schonenden, mildernden und vorwiegend diätetischen Krankheitsbehandlung, weswegen man in späteren Zeiten die Vertreter einer konservativen, nicht zu eingreifenden Kurmethode Hippokratiker nannte. In seiner Schrift „Über die Lebensweise“² empfiehlt er den Fettleibigen soviel wie möglich nackt herumzugehen; auch in einem Kapitel seiner Aphorismen „Über Luft, Wasser und Bodenbeschaffenheit“³ spricht er von der günstigen Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Gesundheit, und in einem anderen erwähnt er den wohltuenden und schmerzstillenden Einfluß der Wärme, worunter wohl an die Sonnenwärme zu denken ist, auf Wunden aller Art, namentlich auf offene Knochenbrüche, ja auch auf Tetanus.⁴

Die Ärzte der römischen Kaiserzeit übten ebenfalls schon eine wissenschaftliche Sonnenlichtbehandlung (subjicere soli) aus und stellten in ihren Schriften genau bestimmte Indikationen auf, so AULUS CORNELIUS CELSUS, der berühmte medizinische Lexikograph zur Zeit des Tiberius; dann HERODOT, ein griechischer Arzt, der unter Kaiser Hadrian zu Anfang des 2. Jahrhunderts n. Chr. in Rom in großem Ansehen stand.

Auch CLAUDIUS GALENUS aus Pergamon, in Rom in der Mitte des 2. Jahrhunderts n. Chr. tätig, nächst Hippokrates der berühmteste Arzt des Altertums, dessen Schriften bis in die Neuzeit, d. h. bis zu Paracelsus, als unantastbare Autorität für alle medizinischen Schulen gegolten haben, erwähnt die Wirkungen der Sonne.

¹ Plin. H. N. VII, 171.

² Kapitel IV, *Περὶ διαίτης ὑγιεινῆς*.

³ Aphorismen, VII, 37, *Περὶ ἀέρων, ὑδάτων, τόπων*.

⁴ Aphorismen (E. LITTRÉ, *Oeuvres complètes d'Hippocrate*, Bd. 4, S. 538. Paris 1844), *τὸ θερμὸν ἀνώδυνον, εἴγεων σπασμῶν τετάνων παρηγορικόν*.

ANTYLLOS, ein griechischer Chirurg um 150 n. Chr., der ein berühmtes, die ganze Heilkunde behandelndes Werk,¹ worin auch diätetische Maßnahmen gebührend berücksichtigt werden, verfaßt hat, schildert ausführlich das Sonnenbad:

„Viele setzen sich der Sonne aus, die einen ungesalbt, die anderen gesalbt, einige liegend oder sitzend, andere stehend, herumgehend oder laufend. Sei es nun, daß die, welche liegen, auf einem Polster, einem Fell, im Sande oder in der Sonne selbst liegen, immer steigert der Sonnenbrand ohne Salbung, mäßig angewandt, die innere Transpiration, ruft Schweiß hervor, hemmt die Zunahme des Leibes, kräftigt das Fleisch, macht das Fett schwinden und schlaffe Geschwülste, besonders die der Wassersüchtigen, kleiner. Den Atem aber macht er schneller und lebhafter und deswegen reizt er die Engbrüstigen und die, welche mit steifem Nacken atmen; denen aber, die ständig an Mattigkeit des Kopfes leiden, nützt er, denn er macht kräftig und härtet sie gegen Krankheit ab. Doch muß man zuerst den Bauch entleeren; denn schädlich ist Sonnenhitze dem Kopfe, wenn nicht eine Entleerung des Darmes vorhergegangen ist.“

Ebenso erwähnen OREIBASIOS, gleichfalls ein griechischer Arzt aus Pergamon, in der Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. in Rom tätig, und CAELIUS AURELIANUS aus Sicca in Numidien, im 5. Jahrhundert Arzt in Rom, das Sonnenbad, die Heliosis, für verschiedene Krankheitszustände, wie allgemeine Schwäche, Fettsucht und Arthritis.

Von größter Bedeutung war das Sonnenlicht für die klassischen Völker der Gesundheitspflege, für die alten Griechen und Römer, in hygienischer Hinsicht. Luft, Licht und gymnastische Übungen waren bei ihnen die Grundpfeiler für physisches und psychisches Wohlbefinden und die Wurzeln ihrer Kraft. „Geh' mir aus der Sonne“, sagte Diogenes zu Alexander dem Großen; der Lichtgenuß ging ihm über alles. An ihren sonnengebräunten Gesichtern hatten die Männer Griechenlands und Roms ihre Freude. Die weiße Hautfarbe galt bei ihnen als ein Zeichen der Verweichlichung und weibischer Zurückgezogenheit. „Skia-traphias“, Schattenpfleglinge, nannten sie einen solchen Mann, wie z. B. auch wir das Wort „Stubenhocker“ verächtlich gebrauchen. Der Sonnengebräunte nannte sich dagegen mit Stolz Heliomenos, der unter freiem Himmel Lebende.

PHILOSTRATOS² berichtet, daß von den Athleten in Olympia verlangt wurde, sie sollten Sonnenbäder nehmen.

Das Sonnenbad gehörte zum täglichen Leben der Griechen und Römer, wie die Badewanne, der „tub“, zu dem des modernen Engländers. Auf den Dächern ihrer Häuser hatten sie eigentliche Solarien eingerichtet, wo sie sich direkt oder gesalbt den Sonnenstrahlen aussetzten, „sol assus und sol unctus“.

So erzählt PLINIUS (62 bis 113 n. Chr.) in einem seiner Briefe von Vestricius Spurinna, dem Dichter und Staatsmann:³ „Ubi hora balnei nunciata est, in sole, si caret vento, ambulat nudus.“

Von seinem Onkel Plinius dem Älteren berichtet er: „Post cibum nempe aestate, si quid otii, iacebat in sole. Post solem plerumque frigida lavabatur, deinde gustabat dormiebatque minimum.“⁴

Dieser altrömische Gebrauch des Sichsonnens nach der Mahlzeit hat sich noch heute in den italienischen Alpentälern erhalten. So ist es tessinischer Brauch, nach dem Essen an die Sonne zu gehen: „prender il sole“ nennen die

¹ Antyllos, *Περὶ βοηθημάτων*.

² PHILOSTRATOS, *De gymnastica*, Kap. 18, „ἡλιοῦς θαι ἀνάγκη“.

³ Lib. III, Epistol. 1.

⁴ Lib. III, Epistol. 5.

Leute das und behaupten, die warme Sonne sei schuld, daß die Leute im Tessin so steinalt werden. Auch lautet ein italienisches Sprichwort: „Dove va il sole, non va il medico“, wo die Sonne hinkommt, kommt der Arzt nicht hin.

Im Mittelalter verlor sich parallel mit dem Niedergang der Hygiene und Medizin allmählich auch die Erkenntnis von der hygienischen und therapeutischen Bedeutung des Sonnenlichtes. Wohl spricht noch AVICENNA, ein arabischer Arzt, ums Jahr 1000 n. Chr. in seinem Kânûn, der lange Zeit, ähnlich wie Galens Schriften, als ein Kodex medizinischen Wissens galt, vom Sonnenlicht, und erwähnt, daß die Menschen, die sich der Wirkung der Sonnenstrahlen aussetzen und sich dabei in frischer Luft bewegen, vor Krankheit bewahrt bleiben.

Auch noch anläßlich der großen Pestepidemien am Ende des 14. Jahrhunderts wurde das Sonnenlicht, wenigstens in hygienischer Hinsicht, zu Ehren gezogen, und zwar an den Gestaden des Mittelmeeres. Während man in den meisten Orten, so z. B. in Mailand, verpestete oder pestverdächtige Gegenstände durch Räucherungen zu reinigen versuchte, überließ man an der Küste Dalmatiens und Südfrankreichs dieses Desinfektionsgeschäft der Sonne, und hat damit wahrscheinlich wohl mehr ausgerichtet. In Ragusa befahl der Magistrat im Jahre 1377, daß alle Ankömmlinge von verpesteten Orten und die Personen, die mit ihnen in Berührung gekommen waren, in Mercana oder Altragusa einen Monat isoliert und durch Wind und Sonne gereinigt werden sollten, und in der im Jahre 1383 in Marseille errichteten Quarantänestation wurden die Menschen und Waren von verpesteten oder pestverdächtigen Schiffen für 40 Tage isoliert und dem Wind und der Sonne ausgesetzt. In Indien wird noch heute die Besonnung von Kleidern geübt, um die Flöhe, welche Pestträger sind, zu töten.

Hatte sich also die hygienische Verwendung des Lichtes noch ziemlich weit ins Mittelalter erhalten, so war es jedoch mit der therapeutischen Anwendung anders. Während fast eineinhalb Jahrtausenden, d. h. seit Galens Zeiten bis zu Ende des 18. Jahrhunderts, war das Licht aus dem Heilschatz ausgeschieden. Von den Franzosen scheint er zuerst wieder „ans Licht“ gezogen worden zu sein.

Im Jahre 1774 veröffentlichte FAURE eine Arbeit: „L'usage de la chaleur actuelle dans le traitement des ulcères“, worin er unter anderem vorschlägt, offene Beingeschwüre dem erwärmenden Sonnenlicht auszusetzen.

Zwei Jahre später berichten LE PEYRE und LE COMTE in der Société royale de médecine über mit Sonnenlicht geheilte torpide und krebssige Geschwüre. Allerdings handelte es sich dabei um eine Kauterisation durch Anwendung von Linsen.

Im Jahre 1796 wurde von der Universität Göttingen folgende Preisaufgabe aufgestellt: „Quaenam sit lucis in corpus humanum vivum efficacia tum noxia tum praeter eam partem, quam in visu agit, utilis ac salutaris.“

Drei Jahre später, 1799, behandelte eine Pariser Dissertation das gleiche Thema: BERTRAND, „Essai touchant l'influence de la lumière sur les êtres organisés, sur l'atmosphère et sur différents corps cliniques“.

Im Jahre 1815 erschienen dann die ersten größeren Arbeiten über Heliotherapie; eine von LOEBEL (Jena) in HUFELANDS „Journal für praktische Heilkunde“ unter dem Titel „Wichtige Ansichten über die Berücksichtigung der Insolation in mehreren Übelseinsformen, vorzüglich in der Amaurose und über Realisierung der Idee eines Sonnenbades“, worin er eine ganze Anzahl von Indikationen und Kontraindikationen für die Sonnenlichtbehandlung aufstellte; eine andere von CAUVINS: „Les bienfaits de l'insolation“, wo er als Indikation

hauptsächlich allgemeine Schwächezustände angab. Diese beiden Arbeiten berühren rein nur die empirische Seite.

LOEBEL hatte auch zur Konzentrierung der Wärmestrahlen der Sonne eine Art Kastenlichtbad, seinen Heliothermos, ähnlich dem modernen Glühkasten, konstruiert.

Im Jahre 1816 veröffentlichte der Jenaer Chemieprofessor DOEBEREINER eine Arbeit, „Anleitung zur Darstellung und Anwendung aller Arten der kräftigenden Bäder und Heilwässer, welche von Gesunden und Kranken gebraucht werden“, worin die Lichtbäder zum erstenmal von der wissenschaftlich-physikalischen Seite aus behandelt wurden. Diese Schrift enthält die Grundgedanken unserer modernen Lichttherapie; denn schon DOEBEREINER analysiert die Wirkungen des Lichts aus seinen Komponenten, d. h. er erkannte die Wirkung von Licht und Wärme einerseits und der einzelnen Farben andererseits, und trennte die Thermo- von der Chromotherapie, welche letztere zwar schon seit alten Zeiten in der Volksmedizin bekannt gewesen war (Rotlichttherapie bei Pocken). Von einer Aktinotherapie, der speziellen Herbeiziehung der dritten Komponente des Lichtes, der chemisch wirksamen Strahlen, wußte man damals noch nichts. Die Erkenntnis derselben blieb einer späteren Zeit vorbehalten.

Von dieser Zeit an wurden immer wieder schüchterne Versuche mit Sonnenbädern gemacht. Populär wurden dann die Sonnenbäder durch den Schweizer ARNOLD RIKLI, welcher in Veldes in Oberkrain im Jahre 1855 eine richtige Anstalt für Sonnenbäder einrichtete. RIKLI war Laie, ein sogenannter Naturarzt, und seinem System fehlte jegliche wissenschaftliche Begründung.

Die moderne Lichttherapie hat sich dann aufgebaut auf der dritten Komponente des Lichtes, auf der chemisch wirksamen Strahlung. Der Grundstein lag in der Erkenntnis der bakteriziden Wirkung des Lichtes.

PASTEURS große Entdeckung, daß gewisse Gärungsprozesse und auch Krankheiten durch kleinste Lebewesen, die Bakterien, verursacht werden, hatte zum Studium des Wesens, der Lebensweise und der Bekämpfung dieser Infektionserreger geführt.

Im Jahre 1877 machten DOWNES und BLUNT¹ die epochemachende Mitteilung, daß das Licht imstande ist, Bakterien abzutöten, und speziell durch seine kurzwelligen Strahlen.

Auf dieser Erkenntnis hat FINSSEN, geb. 1860, gest. 1904, in den Jahren 1893 bis 1896 seine geniale, rein aktinische Therapie aufgebaut.

Er kam zuerst auf die Idee, die wirksamen Strahlen zu konzentrieren und zugleich die Wärmestrahlen auszuschalten. In großen Hohlinsen von 30 cm Durchmesser, die mit einer schwachen Kupfersulfatlösung, welche einen Teil der Wärmestrahlen zurückhält, gefüllt waren, sammelte er das Sonnenlicht. Sodann benutzte er, teils „um das für die Tiefenwirkung hinderliche Blut wegzudrücken“, teils um die Dicke der zu durchdringenden Gewebsschicht zu verringern, sogenannte Kompressorien. Es sind dies plankonvexe Linsen aus Bergkristall, welche zudem die ultravioletten Strahlen gut durchlassen. Da aber FINSSEN in Kopenhagen die Sonne weder zeitlich noch intensiv genügend zu Gebote stand, und wegen der nötigen Kühlapparate eine Vorrichtung zur Stellungsänderung mit der Bewegung der Sonne erforderlich war, ging er zum elektrischen Bogenlicht über.

Wegen der ausschließlichen Anwendung der rein kurzwelligen Strahlen von sehr beschränkter Tiefenwirkung blieb die FINSSENSche Methode die Therapie der

¹ Proceedings of the Royal Society of London. Vol. 26, 1877 und Vol. 28, 1878.

Oberfläche, der Dermatosen. Seine Lupusbehandlung gehört zu den Großtaten der Medizin.

Im Dezember 1895 hat RÖNTGEN, geb. 1845, gest. 1923, jene merkwürdigen Strahlen entdeckt, die er selber X-Strahlen nannte, die aber heute allgemein seinen Namen tragen. Zuerst als geradezu wunderbares Mittel zur Diagnose begrüßt, zeigten sich die Röntgenstrahlen aber bald auch als ein höchwichtiges therapeutisches Agens. Die Röntgentherapie wurde 1896 von LEOPOLD FREUND, Wien, eingeführt.

Die Heliotherapie erlebte ihre eigentliche Wiedergeburt vor nun 25 Jahren (1902) im Hochgebirge Graubündens, im damaligen kleinen Oberengadiner Kreispital in Samaden.



Abb. 2. Die erste Form der Finsenbehandlung in Kopenhagen um 1898

Gestützt auf die Erfahrung, daß seit uralten Zeiten der Graubündner Bergbauer frisches Fleisch durch Aussetzen an Luft und Sonne konserviert, und angeregt durch die Arbeiten und Erfolge FINSSENS, kam ich auf den Gedanken, neben der reinen, austrocknenden Höhenluft, welche ich schon jahrelang vorher nicht nur zur Behandlung der Lungentuberkulose (Liegeluftkur), sondern auch zur Behandlung der chirurgischen Tuberkulose mit bestem Erfolg benutzt hatte, noch die direkte Anwendung der bakteriziden und anregenden Wirkung der an ultravioletten Strahlen so reichen Höhensonne an die bisherige Therapie der Tuberkulose und speziell der chirurgischen anzuschließen.

Den äußeren Anlaß dazu hatte mir eine große, schlecht granulierende und stark sezernierende Wunde, die aller Behandlung trotzte, gegeben. Der Erfolg war schon nach wenigen Bestrahlungen ein solcher, daß ich mich entschloß, die direkte Sonnenlichtbehandlung dann auf Wunden aller Art, worunter hauptsächlich auf solche tuberkulöser Natur, anzuwenden. Letztere reagierten auf die

Bestrahlung so günstig, daß bald auch Fälle von geschlossener chirurgischer Tuberkulose an die Reihe kamen.

Auf Grund meiner Publikationen und ermuntert durch meine im Engadin mit dieser Methode erzielten überraschenden Erfolge hat dann im Jahre 1904 ROLLIER in Leysin in den Waadtländer Alpen, 1300 m ü. M., eine Klinik zur ausschließlichen Behandlung der chirurgischen Tuberkulose durch Heliotherapie eröffnet.

Hatte man nun auch schon früher und an verschiedenen Orten das Sonnenlicht speziell für chirurgische Zwecke, z. B. zur Heilung von Wunden und zur Behandlung der chirurgischen Tuberkulose herbeigezogen, so war es bisher doch nur in einem engen, bescheidenen Rahmen geschehen, und diese Therapie hatte kein weiteres Echo gefunden. Erst die mit der Heliotherapie im Hochgebirge Graubündens und des Waadtlandes erzielten schönen und augenfälligen Erfolge



Abb. 3. Das alte Oberengadiner Kreisspital in Samaden, 1720 m ü. M.

haben die ärztliche Welt so recht auf diese Heilmethode aufmerksam gemacht und zu deren Verbreitung beigetragen. Sie hat dann auch der Lichttherapie überhaupt, speziell aber in der Chirurgie und bei der Behandlung der Tuberkulose zum Siege verholfen.¹

Neben dem Bestreben, die Naturkräfte in seinen Dienst zu zwingen, hat der Mensch stets versucht, wo die Leistungen der Natur seinen Anforderungen nicht entsprachen, durch technische Einrichtungen nachhelfend einzugreifen, bzw. sich von der Natur unabhängig zu machen. So sehen wir auch mit dem Wachsen der Erkenntnis der Lichtbiologie und -therapie gleichzeitige Bestrebungen, Ersatz für das natürliche Licht zu schaffen. Es ist auch folgerichtig, daß die ersten Bestrebungen nach einem Ersatz für das Licht auf die künstliche Lichtwärmestrahlung abzielten. Wir haben schon oben den LOEBELschen Heliothermos aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts erwähnt. Im Jahre 1894 hat der amerikanische Arzt KELLOK das Glühlichtbad angegeben, welches dann auf

¹ O. VULPIUS: Über die Lichtbehandlung der chirurgischen Tuberkulose. Münch. med. Wochenschr., Nr. 20. 1913.

der Chicagoer Weltausstellung zum erstenmal demonstriert wurde. Da der Gehalt des Glühlichtbades, welches als Ganz- oder auch nur als Teilbad seine Anwendung findet, an chemischen Stoffen minimal ist, so kommen bei ihm für eine therapeutische Wirkung nur die Lichtwärmestrahlen in Frage. Die Hauptwirkung der Glühlichtbäder zeigt sich in einer starken Anregung der Schweißsekretion.

Das elektrische Glühlicht wurde auch zur Therapie mit den einzelnen Farben (Chromotherapie) herbeigezogen und hauptsächlich in Form von Rot- und Blaulicht. Der russische Arzt MININ hat im Jahre 1891 eine Reflektionslampe mit einer blauen elektrischen Glühbirne mit großer Begeisterung für alle möglichen Leiden empfohlen. Diese MININSche Lampe, der ein therapeutischer Wert nicht abzusprechen ist, ist auch heute noch in vielfachem Gebrauch.

Die schönen Erfolge mit dem Sonnenlicht in der Therapie überhaupt und vorzüglich in der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose führten bald zu Bestrebungen, in starken künstlichen Lichtquellen einen Ersatz dafür zu finden. Die Finsenschüler, AXEL REYN und ERNST, Kopenhagen, führten statt der von FINSEN für die fokale Behandlung des Lupus benutzten Lampe mit konzentriertem Bogenlicht nun das gewöhnliche elektrische Bogenlicht zur Allgemeinbestrahlung bei der chirurgischen Tuberkulose ein (1913).

Da das gewöhnliche Bogenlicht verhältnismäßig arm an ultravioletten Strahlen ist, so verwendet BANG dazu Eisenelektroden (1915) und aus gleichem Grunde der schottische Ingenieur W. S. SIMPSON Wolframelektroden (1916).

Überhaupt ist man in jüngster Zeit immer mehr bestrebt, künstliche Lichtquellen zu erfinden, welche dem natürlichen Sonnenlicht und speziell dem wenig abgeschwächten des Hochgebirges möglichst nahekommen sollten.

Ich möchte von vielen modernen Bestrahlungs Lampen hier die von CHRISTEN angegebene Spektrosollampe (1917) und die SIEMENSsche Aureollampe (1918) erwähnen, ferner, ebenfalls neueren Datums, die LANDEKERSche „Ultrasonne“ und die sogenannte Jupiterlampe, welche auch auf dem Prinzip der imprägnierten Kohlen beruhen.

Wegen ihres starken Gehaltes an ultravioletten Strahlen, welche durch glühende Quecksilberdämpfe erzeugt werden, spielen heute die von KROMAYER, 1906, NAGELSCHMIDT, 1908, und BACH, 1911, eingeführten Quarz Lampen in der Lichttherapie eine große Rolle. Speziell bekanntgeworden ist das Modell BACH, welches unter dem Namen „künstliche Höhensonne“ heute in zahlreichen Krankenhäusern leuchtet. JESIONEK hat die BACHsche Lampe modifiziert (1916), um sie zur gleichzeitigen Bestrahlung einer größeren Personenzahl verwenden zu können (JESIONEKSche Hallenquarzlampe).

Der Name „künstliche Höhensonne“ für die BACHsche Quarzlampe gibt aber zu Mißverständnissen Veranlassung, denn ihr Spektrum zeigt eine ganz erhebliche Abweichung von dem des natürlichen Sonnenlichtes. Im natürlichen Licht sind die kurzwelligen Strahlen gleichmäßiger verteilt, im Quarzlicht sind sie ganz bedeutend im Überschuß. Der richtige Name für diese Lampe wäre „Ultraviolett- resp. Uviollicht“.

Der allerneuesten Zeit (1925/26) verdanken wir die große Entdeckung der indirekten Lichtheilwirkung, d. h. den Nachweis, das das Licht und namentlich die kurzwelligen Strahlen die Fähigkeit besitzen, tote Gegenstände, Nahrungsmittel, Medikamente und andere Stoffe, zu „aktivieren“. Die amerikanischen Forscher HUME und SMITH und ALFRED HESS haben mit bestrahltem Cholesterin und der Göttinger Chemiker WINDAUS

mit bestrahltem Ergosterin in raschester Zeit rachitische Ratten geheilt. Der französische Biologe CHAUFFARD hat nachgewiesen, daß bei Tuberkulösen der Gehalt des Blutes an Cholesterin ein Gradmesser für gute Widerstandskraft sei. Diese wichtige Entdeckung indirekter Lichtwirkungen eröffnet große Perspektiven speziell auch für klimatische Forschungen. Dem Klimatologen wird sie in Zukunft noch manche Rätsel zu lösen geben. Neben den schon bekannten klimatischen Faktoren werden die Vitamine der einer Gegend, respektive einem gewissen Klima eigentümlichen Nahrungsmittel künftig ein gewichtiges Wort mitsprechen.

Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung

Von

Felix M. Exner-Wien

Mit 5 Abbildungen und 13 Tabellen

Der vorliegende Abschnitt behandelt jene Strahlen, die im allgemeinen als elektromagnetische Wellen bezeichnet werden und sich mit Lichtgeschwindigkeit ($3 \cdot 10^{10}$ cm/sek) durch den Raum bewegen. Von den sogenannten Korpustularstrahlen ist also hier nicht die Rede.

Die elektromagnetischen Strahlen zerfallen in die sichtbaren Lichtstrahlen, in die ultraroten Strahlen von größerer Wellenlänge und in die ultravioletten von geringerer als die sichtbaren. Die sichtbaren Wellen haben eine Länge von $400 \mu\mu$ bis zu $760 \mu\mu$, wobei $\mu\mu$ ein Millionstel Millimeter bedeutet. Dieser Wellenbereich ist natürlich am längsten bekannt und am besten durchforscht worden, da das menschliche Auge für diesen Bereich ein sehr empfindliches Meßinstrument darstellt. Den optischen Forschungen im Gebiet der Strahlen folgten dann die chemischen. Schon vor langer Zeit hat man entdeckt, daß die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen Wirkungen auf bestimmte chemische Substanzen ausüben. Dieser Entdeckung folgte die Photographie. Auch ist schon lange die Tatsache der Wärmestrahlung bekannt, d. h. die Abgabe von Wärme durch einen nicht glühenden, dunkeln Körper. Aber erst verhältnismäßig spät hat man diese Wärmestrahlung, die ultrarote Strahlung, in die einzelnen Wellen zerlegt und deren Bedeutung näher erforscht. Zuletzt wurde die photoelektrische Wirkung der Strahlen entdeckt, die Tatsache, daß ein elektrisch geladenes Metall, wenn es von blauen, violetten und ultravioletten Strahlen getroffen wird, seine Ladung verliert.

Wir haben also im wesentlichen vier Wirkungsarten der Strahlen, die zur Messung derselben dienen können: 1. Die Beeinflussung des Auges durch die sichtbaren Strahlen (Lichteffect). 2. Die Wirkung auf chemische Substanzen (photochemischer und photographischer Effect). 3. Die Wärmeentwicklung durch Absorption von Strahlen in einem Körper (Wärmeeffect). 4. Die Entladung von elektrisch geladenen Körpern (photoelektrischer Effect). Natürlich kann und wird es noch andere Wirkungen der Strahlen geben, wie z. B. gerade jene, welche den Arzt interessieren. Aber man verwendet zur Konstatierung des Daseins gewisser Strahlen eben jene vier Methoden und kann mit ihrer Hilfe dann versuchen, andere, neue Wirkungen zu finden.

I. Allgemeines

Ein Körper, wie die Sonne, die Erde oder irgend eine andere Substanz, sendet fortwährend verschiedene Strahlen aus; sie unterscheiden sich durch ihre Wellenlänge und durch ihre Intensität. Man kann daher die Strahlung, die

irgend ein Körper aussendet, in ähnlicher Weise wie das Sonnenlicht in ein Spektrum zerlegt denken, das nicht nur aus Lichtstrahlen, sondern auch aus ultraroten und ultravioletten Strahlen bestehen kann. Die oben besprochenen vier Wirkungsarten der Strahlen erstrecken sich nicht alle auf die Gesamtstrahlung des Körpers, sondern im allgemeinen nur auf einen Teil derselben. Ausgenommen hiervon ist nur die Wärmeentwicklung; sie umfaßt das ganze Spektrum vom Ultraroten bis ins Ultraviolette. Die Lichtwirkung bezieht sich nur auf den sichtbaren Teil des Spektrums, die photochemische und photoelektrische Wirkung nur auf den blauen, violetten und ultravioletten Teil. Wir können daher die Gesamtstrahlung eines Körpers nur mit der Wärmemethode untersuchen, die anderen Methoden liefern uns stets nur einen Teil der Strahlenarten.

Das bisher erforschte Spektrum umfaßt Wellenlängen von etwa $60000\ \mu\mu$ bis etwa $40\ \mu\mu$; zwischen 60000 bis rund $760\ \mu\mu$ liegt der ultrarote Teil, die sogenannte Wärmestrahlung, zwischen 760 und $400\ \mu\mu$ der sichtbare Teil, zwischen 400 und $40\ \mu\mu$ der ultraviolette. Das menschliche Auge ist also nur für einen recht geringen Teil des ganzen Spektrums empfindlich.

Die Intensität der Gesamtstrahlung setzt sich aus den Intensitäten der einzelnen Wellenlängen zusammen. Das allgemeinste physikalische Maß der Intensität ist die Wärmewirkung; denn sie ist stets dem Quadrat der Amplitude einer Schwingung proportional. Das Auge ist kein so allgemeines Mittel zum Messen der Intensität; denn es kann für eine Wellenlänge des sichtbaren Spektrums empfindlicher sein als für eine andere. Ähnlich steht es mit den photochemischen und photoelektrischen Wirkungen. Aus diesem Grunde ist die Wärmeentwicklung, welche die Strahlung hervorruft, im allgemeinen das beste Maß für die Intensität, wenn auch die Methoden der Wärmemessung durchaus nicht so empfindlich sind, wie die auf spezielle Spektralgebiete anwendbaren Meßmethoden. Man hat aus diesen Gründen die Wärmeentwicklung als das physikalische Maß der Strahlungsintensitäten angenommen und drückt dieselben in Kalorien aus, welche in bestimmter Zeit auf die Oberfläche eines Körpers fallen, der der Strahlung ausgesetzt ist.

1. Strahlungsgesetze

Jeder Körper, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt (-273°C) liegt, sendet Strahlen aus und empfängt anderseits wieder Strahlen aus seiner Umgebung. Die von einem Körper ausgesendete Strahlung wächst sehr rasch mit seiner Temperatur, wärmere Körper strahlen stärker als kältere. Die Strahlung ist proportional der vierten Potenz der absoluten Temperatur (STEFANSches Gesetz). Die Strahlungsintensität hängt aber außer von der Temperatur auch noch von den Eigenschaften der Körperoberfläche ab. Manche Körper strahlen bei derselben Temperatur mehr aus, manche weniger.

Diese Eigenschaft der Ausstrahlung steht in einer eigentümlichen Beziehung zu der Fähigkeit der Körper, Strahlen, die auf sie auffallen, aufzunehmen und in Wärme umzusetzen, zu „absorbieren“. Es gibt Körper, die alle Strahlen, die auf sie auftreffen, absorbieren; diese nennt man „schwarze“ Körper; andere absorbieren nur einen Teil der auffallenden Strahlung; ein Spiegel absorbiert gar keine Strahlen, sondern wirft sie alle zurück.

Nun haben alle Körper die Eigenschaft, bei einer gegebenen Temperatur gerade jene Strahlen auszusenden, die sie zu absorbieren imstande sind. Ein schwarzer Körper, der alle Strahlen absorbiert (Absorptionskoeffizient 1), sendet daher auch die größte Strahlung aus und für einen beliebigen Körper steht seine Strahlungsfähigkeit zu seiner Absorptionsfähigkeit in demselben Verhältnis,

wie die Strahlungsfähigkeit des schwarzen Körpers zu dessen Absorptionsfähigkeit 1 (KIRCHHOFFS Gesetz).

Ein Spiegel oder ein „weißer Körper“, der nichts absorbiert, strahlt somit auch nichts aus. Freilich dürfen die Ausdrücke „schwarz“ und „weiß“ hier nicht ganz wörtlich genommen werden. Ein wirklich schwarzer Körper, wie Ruß, erscheint uns deshalb schwarz, weil er alle Farbstrahlen absorbiert. Wenn er aber auf eine immer höhere Temperatur gebracht wird, beginnt er schließlich zu glühen, sendet sichtbare Strahlen aus und erscheint nicht mehr schwarz. Die Wellenlängen, welche ein Körper ausstrahlt, sind von der Temperatur abhängig. Bei niedrigen Temperaturen haben die Strahlen nur große Wellenlängen, mit zunehmender Temperatur treten Strahlen von immer geringerer Wellenlänge hinzu. Schließlich beginnt der Körper zu glühen und strahlt die ersten sichtbaren Strahlen aus (Rotglut); bei weiterer Temperaturerhöhung treten noch kürzere Strahlen auf (Weißglut). Ein „schwarzer Körper“ besitzt eine ganz bestimmte Strahlenverteilung, die von seiner Temperatur abhängt; die Intensität der einzelnen Strahlengattungen gestaltet sich ganz regelmäßig. Je wärmer er wird, desto mehr rückt das Intensitätsmaximum nach der Seite der kurzen Wellen (WIENSCHES Verschiebungsgesetz).

Ein „weißer Körper“ reflektiert alle sichtbaren Strahlen ähnlich wie ein Spiegel; liegen die reflektierenden kleinen Flächenstücke nicht in einer Ebene, so werden die reflektierten Strahlen nach allen Richtungen zerstreut. Er braucht aber deswegen durchaus nicht die unsichtbaren Wärmestrahlen zu reflektieren, er kann sie alle absorbieren, strahlt also dann bei niedrigen Temperaturen genau so wie ein „schwarzer Körper“. Daß er bei Zimmertemperatur keine Lichtstrahlen aussendet, sondern sie nur reflektiert, erkennt man daraus, daß er im dunkeln Zimmer nicht leuchtet.

Denken wir uns einen strahlenden Körper bestimmter Temperatur von anderen Körpern niedriger Temperatur umgeben, so sendet der Körper in der Mitte Strahlen an die Umgebung aus. Damit ist ein Wärmeverlust verbunden, da die Strahlen Energie enthalten. Der Körper kühlt sich ab, aber erfahrungsgemäß nur so weit, daß seine Temperatur sich mit der der Umgebung ausgleicht (wir sehen hier von der Wärmeleitung ab, denken uns z. B. die Körper im Vakuum angeordnet). Da der mittlere Körper aber, seiner Temperatur entsprechend, dauernd strahlt, so muß ihm von der Umgebung her wieder dauernd Energie zugestrahlt werden, damit seine Temperatur sich erhält. Wir müssen also annehmen, daß jeder Körper dauernd strahlt und dauernd Strahlung empfängt. Da er um so mehr ausstrahlt, je mehr er absorbiert (KIRCHHOFFS Gesetz), so kann er nach Ausgleich seiner Temperatur mit der der Umgebung diese dauernd erhalten, ob er nun schwarz oder nicht schwarz ist. Wir haben daher die Strahlung nie als einseitige Ausstrahlung oder Zustrahlung zu betrachten, sondern bei jeder Strahlung die Gegenstrahlung aus der Umgebung in Rücksicht zu ziehen. Ist der betrachtete Körper wärmer als die Umgebung, so strahlt er mehr aus, als er empfängt, und kühlt sich durch Strahlung ab, ist er kälter als die Umgebung, so strahlt er weniger aus, als er empfängt, und erwärmt sich (PREVOSTS Austausch der Strahlung).

2. Strahlungsschwächung in Medien

Wenn Strahlen in eine Substanz eintreten, so werden sie von ihr entweder ganz absorbiert oder geschwächt, so daß die Strahlung, welche die Substanz passiert, entweder Null oder nur ein Teil der einfallenden Strahlung ist. Wo es sich nur um sichtbare Strahlung handelt, bezeichnen wir einen Körper, der die

Strahlen ganz oder teilweise hindurchläßt, als durchsichtig. Doch braucht ein durchsichtiger Körper durchaus nicht alle Strahlen durchzulassen. So ist z. B. Glas für die sichtbaren Strahlen durchlässig, die ultraroten Strahlen aber werden von ihm zum großen Teil absorbiert und in Wärme umgesetzt. Daher rührt die Wirkung des Glashauses. Die auf das Glasdach einfallenden Lichtstrahlen der Sonne passieren dasselbe und dringen ins Innere des Treibhauses. Dieses selbst sendet seiner Temperatur entsprechend dunkle Wärmestrahlen aus, die nun vom Glasdach nicht hinausgelassen werden, sondern das Glas erwärmen. Dadurch ergibt sich die hohe Temperatur des Glashauses. Andererseits hat Glas auch die Eigenschaft, ultraviolette Strahlen nur in geringem Ausmaß durchzulassen, so daß man ein Glasprisma zur Erzeugung des Sonnenspektrums im ultravioletten Teil nicht verwenden kann. In ähnlicher Weise absorbiert durchsichtiges Wasser stark die dunklen Wärmestrahlen, Ozon wieder die ultravioletten.

Die Durchlässigkeit eines Mediums für die Strahlen ist sehr kompliziert. Sie besteht, wenn wir Gase, wie die Erdatmosphäre, in Betracht ziehen, im wesentlichen aus zwei Vorgängen. Einerseits beobachtet man, daß von den auf die Substanz auftreffenden Strahlen solche ganz bestimmter Wellenlänge besonders geschwächt werden; dies gilt für feste, flüssige und gasförmige Körper, und die Erscheinung, die ganz von der Konstitution des Mediums abhängt, wird „Absorption“ genannt. Die Energie der verlorengehenden Strahlung erscheint hier als Wärme wieder. Andererseits zeigen Gase eine Schwächung der sie passierenden Strahlung in regelmäßiger Verteilung; derart nämlich, daß die Intensität jeder Wellenlänge vermindert wird, und zwar um so mehr, je kürzer die Welle ist. Die auf diese Weise verlorene Strahlung wird nicht in Wärme umgesetzt, sondern besteht fort als zerstreute, zersplitterte Strahlung, die das Medium nach allen Seiten durchsetzt und — wenn es sich um sichtbare Strahlen handelt — eine Erhellung des Mediums auch senkrecht zur ursprünglichen Strahlenrichtung bewirkt. In dieser Erscheinung der „Diffusion“ der Strahlen liegt die Ursache der Himmelsheelligkeit.

Sowohl die Absorption wie die Diffusion der Strahlung beim Durchgang durch ein Medium schwächen die einfallende Strahlung in perzentuellem Maße; d. h. der Verlust in absoluten Einheiten (Kalorien) ist um so größer, je größer die Intensität der Strahlung beim Eintritte war. Weiter gilt für die Schwächung der Satz, daß sie um so größer ist, je mehr an Masse des Mediums durchsetzt wird; und zwar geht die Schwächung nicht der Masse proportional, sondern nach der Potenz der Masse. Denn wenn z. B. eine Schicht von 1 cm Wasser von der einfallenden Strahlung durchsetzt wird, so tritt nur mehr der a te Teil aus ihr heraus. Auf die zweite Zentimeterschichte trifft dieser Teil auf, und von ihm passiert wieder nur der a te Teil, also a^2 die zweite Schichte. Bei mehr Schichten ist a auf eine immer höhere Potenz zu erheben; da a kleiner als 1 ist, wird somit die durchgelassene Menge rasch kleiner.

Bei festen, undurchsichtigen Körpern reichen schon ganz dünne Schichten aus, um die Strahlung ganz zu absorbieren. Bei Gasen, wie der Erdatmosphäre, kann auch durch sehr dicke Schichten die Strahlung noch zum größten Teil durchdringen.

Durch die Diffusion der Strahlung entsteht eine kontinuierliche allgemeine Schwächung im Spektrum, die, wie gesagt, im kurzwelligen Teil stärker ist, als im langwelligen. Durch die Absorption werden bestimmte Wellenbereiche besonders geschwächt; es zeigen sich nach dem Durchgang durch ein Medium entweder dunkle Linien im Spektrum (FRAUENHOFERSche Linien) oder dunkle, bzw. wärmelose Banden, sogenannte Absorptionsbanden.

3. Sonnenstrahlung

Die Sonne sendet Strahlen verschiedenster Wellenlänge aus. Deren Intensitätsverteilung entspricht angenähert, aber nicht genau, der eines schwarzen Körpers von rund 6000° C. Da die äußeren Teile der Sonnenatmosphäre eine tiefere Temperatur besitzen, so absorbieren sie einzelne Partien der von innen ausgehenden Strahlung, ohne dieselben Partien wieder auszusenden.

Die Abb. 1 zeigt die Energieverteilung im Sonnenspektrum; die Abstände der Kurve von der Abszissenachse, auf welcher die Wellenlängen aufgetragen sind, geben die Intensitäten wieder.

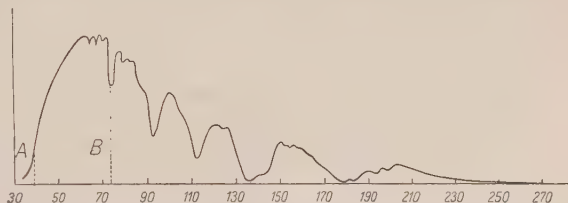


Abb. 1. Intensitätsverteilung im Sonnenspektrum

Von A bis B reicht der sichtbare Teil des Sonnenspektrums, links davon liegt der ultraviolette, rechts der ultrarote, die Wärmestrahlung.

Die zahlreichen Einsenkungen der Kurve, namentlich im Ultraroten, sind zum Teil auf Absorptionen in der Sonnenatmosphäre, zum Teil auf solche in der Erdatmosphäre zurückzuführen.

Die Gesamtfläche, welche zwischen der Abszissenachse und der Kurve liegt, ist ein Maß für die Gesamtenergie der Sonnenstrahlung. Sie beträgt außerhalb der Atmosphäre in der Entfernung Sonne—Erde 2 Gramm-Kalorien auf den Quadratcentimeter in der Minute. Geringe Änderungen werden durch die wechselnde Entfernung der Erde von der Sonne in den verschiedenen Jahreszeiten bedingt, andere kleine Änderungen sind möglicherweise außerdem vorhanden und auf Veränderungen in der Sonne selbst zurückzuführen; doch ist diese Frage noch nicht ganz geklärt.

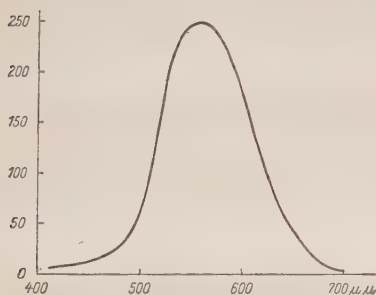


Abb. 2. Helligkeitsverteilung im Sonnenspektrum

wegen der ungeheuer langen Erstreckung desselben recht groß. Die Intensitätsverteilung ist hier nach der Wärmemethode gemessen, die Energie wird durch Kalorien ausgedrückt.

Ganz anders erscheint die Verteilung der Sonnenstrahlung nach den Wellenlängen, wenn man sie nicht durch ihren Wärmeeffekt, sondern durch ihren Effekt auf das menschliche Auge mißt. Abb. 2 stellt die Helligkeitsverteilung im Sonnenspektrum bei höherem Sonnenstande dar, gemessen von FRANZ EXNER nach photometrischer Methode. Hier liegt das Maximum wohl auch wie in Abb. 1 im Gelb, aber der Abfall ist nach Rot wie nach Blau ein gleichmäßiger, weil das Auge für diese Farben eine Empfindlichkeit besitzt, die sich nicht nach der Energieverteilung richtet, sondern offenbar dem zusammengesetzten weißen Lichte der Sonne so angepaßt ist, daß dessen Teile in gleicher Weise vom Auge erfaßt werden können.

Der links von A in Abb. 1 liegende ultraviolette Teil, der auf das Auge unwirksam, aber in anderer Weise auf den Menschen von sehr großer Wirkung

ist, wird photochemisch oder photoelektrisch gemessen, mit viel größerer Genauigkeit als die Wärmemethode erlaubt. Der ultrarote Teil rechts von B kann nur mittelst der kalorimetrischen Methode nachgewiesen werden.

4. Schwächung der Sonnenstrahlung in der Erdatmosphäre

Wie unter 2 dargelegt, wird die Sonnenstrahlung beim Durchgang durch die Atmosphäre der Erde geschwächt, und zwar einerseits durch Absorption, andererseits durch Zerstreuung der Strahlen. Die Absorption wird im wesentlichen durch Wasser in der Atmosphäre verursacht, d. h. die Verringerung der Strahlungsenergie ist zum Teil auf die Absorption ultraroter Strahlen durch den in der Luft befindlichen Wasserdampf zurückzuführen. Das ultraviolette Licht, dessen Energie zwar klein, aber trotzdem gerade in therapeutischer Beziehung von Bedeutung ist, scheint hauptsächlich durch Ozon geschwächt zu werden, derart, daß bei der Wellenlänge $290\ \mu\mu$ das Sonnenspektrum plötzlich abbricht. Die stärkste Absorption durch Ozon findet bei der Wellenlänge 250 bis $260\ \mu\mu$ statt. Ozon scheint in großen Höhen der Atmosphäre zu existieren und die Sonnenstrahlen von kleinerer Wellenlänge als $290\ \mu\mu$ vollständig aufzunehmen.

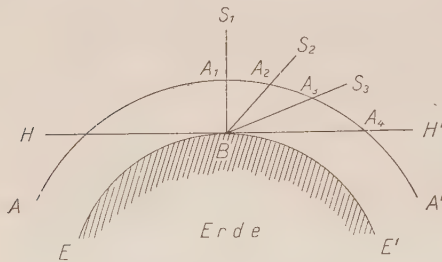


Abb. 3. Strahlengang durch die Atmosphäre bei verschiedener Sonnenhöhe

Die Zerstreuung der Strahlen in der Atmosphäre erfolgt an den Luftmolekülen, an feinen Staubeilchen und Wassertropfchen. Der Grad der Absorption und der Zerstreuung hängt außer von der Wellenlänge sehr wesentlich von der von den Sonnenstrahlen durchsetzten Luftmasse ab (mit ihren Beimengungen Wasserdampf und Ozon). Da bei verschiedener Höhe der Sonne

über dem Horizont die von den Strahlen in der Atmosphäre zurückgelegten Wege sehr verschieden lang sind, so hat der Sonnenstand den größten Einfluß auf die Strahlenschwächung.

In Abb. 3 bezeichnet EE' einen Schnitt durch die Erdkugel. Ihr parallel liegt ein Schnitt durch die Atmosphäre AA' , in welchem die Dichte der Luft schon einen sehr geringen Wert hat (die Dichte der Luft nimmt nach aufwärts rasch ab). Für den Beobachter in B bedeutet HH' den Horizont, über welchem die Sonne S steht. Stehe sie im Zenith (S_1), so wäre die von den Strahlen durchsetzte Luftmasse BA_1 am geringsten. Steht sie niedriger (S_2, S_3), so wird die durchsetzte Masse BA_2 oder BA_3 größer und erreicht ein Maximum, wenn die Sonne im Horizont liegt (BA_4). Wenn der Beobachtungsort B im Niveau des Meeres angenommen wird, dann läßt sich beim Sonnenstande im Zenith die Strahlenschwächung auf der Strecke BA_1 als Grundlage annehmen und von ihr ausgehend die Schwächung bei einem bestimmten Höhenwinkel der Sonne angeben. Man bezeichnet das Verhältnis der in B einfallenden zu der über A_1 an der Grenze der Atmosphäre auffallenden Strahlung als Transmissions- oder Durchlässigkeitskoeffizienten p . Dieser Koeffizient ist stets kleiner als 1. Die Strahlung, welche, von S_2 oder S_3 kommend, in B einfällt, ist eine bestimmte

Potenz dieses Koeffizienten ($p^s = p^{\frac{1}{\sin h}}$ angenähert, wo h der Höhenwinkel der Sonne über dem Horizont, s das Verhältnis BA zu BA_1) und stets geringer als die aus S_1 einfallende Strahlung.

Nehmen wir beispielsweise an, es gingen beim Einfall der Strahlen aus dem Zenith ($s = 1$, $h = 90^\circ$) 16% der Sonnenstrahlung verloren, dann ist der Transmissionskoeffizient $p = 0,84$. Unter diesen Umständen wird die Intensität der in B auf die Erdoberfläche auffallenden Strahlung zu der außerhalb der Atmosphäre eintreffenden im folgenden Verhältnisse bei verschiedenen Sonnenhöhen stehen:

Höhe der Sonne	90°	30°	$19^\circ 30'$	$14^\circ 30'$	
s	1	2	3	4	
Intensität	0,84	0,705	0,594	0,496	
Höhe der Sonne	$11^\circ 30'$	$9^\circ 30'$	$8^\circ 30'$	$7^\circ 30'$	$0^\circ 0'$
s	5	6	7	8	32
Intensität	0,417	0,303	0,256	0,215	0,002

Die Schwächung der Strahlen nimmt immer mehr zu, je niedriger die Sonne steht; die auf die Erde auftreffende Strahlung ist bei einer Sonnenhöhe von $11\frac{1}{2}^\circ$ etwa die Hälfte von der beim Zenithstand, bei $7\frac{1}{2}^\circ$ etwa ein Viertel derselben und, wenn die Sonne im Horizont steht, nur mehr $\frac{1}{400}$.

Diese Zahlen gelten allerdings nur für den angenommenen Transmissionskoeffizienten 0,84. Je kleiner derselbe ist, umso stärker wird der Einfluß der Sonnenhöhe. Der Wert 0,84 ist ein angenäherter Durchschnittswert für die Wärmestrahlung der Sonne. Tatsächlich ist die Durchlässigkeit aber für verschiedene Wellenlängen sehr ungleich, für lange Wellen groß, für kurze gering, da, wie oben erwähnt, die Zerstreuung der Strahlen umso stärker erfolgt, je geringer ihre Wellenlänge ist.

So hat man z. B. in Washington die folgenden Transmissionskoeffizienten für verschiedene Wellenlängen der Sonnenstrahlung gemessen:

Wellenlänge	400	450	500	600	700	800	900	1000 $\mu\mu$
Transm.-Koeff.	0,543	0,640	0,705	0,760	0,839	0,865	0,886	0,901

Die äußersten noch sichtbaren violetten Strahlen ($400 \mu\mu$) werden bei zenithaler Stellung der Sonne durch die Atmosphäre auf 0,543 ihres ursprünglichen Wertes abgeschwächt; steht die Sonne nur $11\frac{1}{2}^\circ$ über dem Horizont, so treffen nur mehr 0,047 der ursprünglichen Strahlung die Erde, beim Sonnenstand von $7\frac{1}{2}^\circ$ nur 0,0076.

Während also die Schwächung beim Sonnenstande von $11\frac{1}{2}^\circ$ für die gesamte Strahlung gegenüber dem Zenithstand ungefähr die Hälfte beträgt, beträgt sie für die violetten Strahlen schon neun Zehntel. Dies hat zur Folge, daß bei niedrigerem Sonnenstande die ultravioletten, violetten und blauen Strahlen fast ganz ausgelöscht werden und die Sonne daher beim Auf- und Untergang rötlich oder geradezu rot erscheint. Kurzwelliges Sonnenlicht ist also bei hohen Sonnenständen in viel größerem Verhältnis zur Gesamtstrahlung vorhanden als bei niedrigen.

Die Schwächung, welche die am Beobachtungsorte auffallenden Sonnenstrahlen durch die Erdatmosphäre erfahren, hängt noch wesentlich von der Seehöhe des Beobachtungsortes ab. Es kommt bei der Absorption und auch bei der Zerstreuung der Strahlen nicht auf die Weglänge der Strahlen in der Atmosphäre an, sondern auf die von ihnen durchsetzte Masse der Luft. Im allgemeinen darf man die über einem Orte liegende Masse der Atmosphäre dem Luftdruck daselbst proportional setzen. In höheren Lagen ist diese Masse geringer, als am Meeresniveau. Es wird daher der Transmissionskoeffizient p um so größer, je kleiner der Luftdruck ist, und zwar erscheint letzterer als Potenz des Trans-

missionskoeffizienten p_0 im Meeresniveau ($p = p_0^{\frac{b}{b_0}}$, wo b der Druck in der Höhe

und b_0 derselbe im Meeresniveau ist). Zur Beurteilung folgen Bestimmungen des Transmissionskoeffizienten in drei verschiedenen Höhenlagen in Nordamerika für verschiedene Wellenlängen.

Wellenlänge	350	400	500	600	700	800	900	1000 $\mu\mu$
Washington (Seehöhe 10 m)	—	0,543	0,705	0,760	0,839	0,865	0,886	0,901
Mt. Wilson (Seehöhe 1750 m)	0,612	0,724	0,858	0,890	0,942	0,964	0,968	0,973
Mt. Whitney (Seehöhe 4420 m)	0,715	0,809	0,919	0,940	0,964	0,976	0,980	0,975

Aus den Zahlen ersieht man, wie groß die Durchlässigkeit für kurzwellige Strahlen in größerer Höhe, wie bedeutend also der Einfluß der Seehöhe auf diese

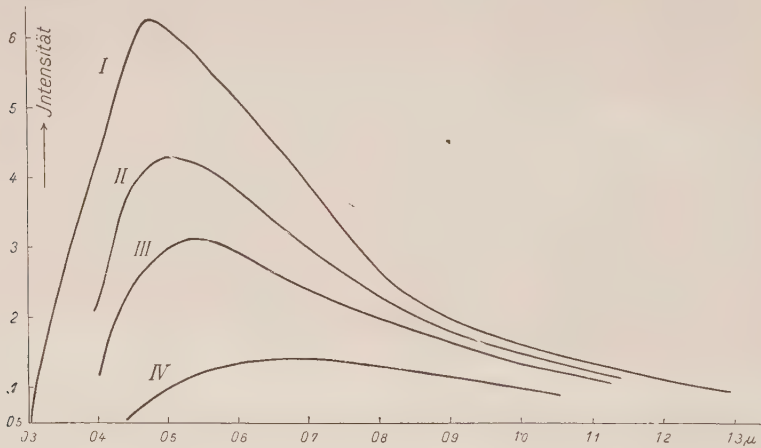


Abb. 4. Energiekurve des Sonnenspektrums in Washington

- I. An der Grenze der Atmosphäre
- II. Am Boden bei Sonnenhöhe 90°
- III. " " " " 30°
- IV. " " " " $11,3^\circ$

Durchlässigkeit ist. Für $\lambda = 400 \mu\mu$ machen schon 1700 m Seehöhenunterschied sehr viel im Transmissionskoeffizienten aus (er steigt von 0,54 auf 0,72, also um 33%). Bei den langwelligen Strahlen spielt die Seehöhe weitaus keine so große Rolle (für die lange Wärmestrahlung von $1000 \mu\mu$ ist der Unterschied nur 7 bis 8%). Aus den Zahlen ist ferner zu ersehen, daß die unteren 1 bis 2 km weit-aus größeren Einfluß auf den Transmissionskoeffizienten haben, als höher gelegene Niveaudifferenzen. Der Unterschied derselben zwischen Washington und Mt. Wilson ist bedeutend größer, als der zwischen Mt. Wilson und Mt. Whitney, obwohl die Seehöhendifferenz ersterer nur 1740 m, die letzterer Orte 2670 m beträgt. Das rührt daher, daß die Luft unten dichter ist als oben, daher eine Luftsäule von 1 m Dicke am Meeresniveau mehr Masse enthält, als in der Höhe; aber auch daher, daß die Verunreinigungen der Luft durch Staub, Wasserdampf usw. in der Tiefe, ihrem Ursprungsorte entsprechend, stärker sind als in der reineren Höhenluft.

In Abb. 4 ist die Schwächung der Sonnenstrahlung in der Atmosphäre dargestellt und zwar durch Energiekurven, die analog jener der Abb. 1 den Wärmeeffekt der verschiedenen Wellenlängen darstellen.

Die Kurve I ist zunächst eine theoretische, für die äußere Grenze der Atmosphäre extrapolierte. Würde die Sonne im Zenith stehen und die Strahlen also senkrecht auf die Erdoberfläche einfallen, so ergäbe sich die Energieverteilung der Kurve II; das Maximum der Intensität rückt nach rechts, nach der Seite der längeren Wellen, die Strahlenschwächung wird durch die Fläche zwischen den Kurven I und II angezeigt. Steht die Sonne tiefer am Himmel (Kurve III und IV), so wird die Schwächung bedeutend größer und das Maximum der Intensität wandert noch weiter nach der roten Seite des Spektrums.

Die Transmissionskoeffizienten der Sonnenstrahlung sind für einen bestimmten Ort und eine bestimmte Wellenlänge durchaus nicht konstant, sie verändern sich entsprechend dem wechselnden Gehalt der Atmosphäre an absorbierenden und trübenden Zusätzen. Für die Gesamtenergie der Strahlung spielt der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre, wie schon erwähnt, eine große Rolle, der sich von Tag zu Tag und von Stunde zu Stunde verändern kann. Ferner hat der Staubgehalt eine große Bedeutung, weswegen man in den Ausdruck für die Strahlungsschwächung neuerdings einen „Trübungsfaktor“ eingeführt hat, mit dem man die täglichen Variationen der Schwächung von der normalen trennt. Oft ist die Windrichtung für die Stärke der Trübung entscheidend; die Herkunft der Luft aus klaren, staubfreien und trockenen Gebieten führt zu geringerer Strahlenschwächung als die Herkunft aus feuchten oder rauch- und staubgetrübten Gegenden. Auch ist das Auf- und Absteigen der Luft oft dafür maßgebend. Denn vom Erdboden aufsteigende Luft ist trüber als aus der Höhe absteigende Luft. Man hat aber auch beobachtet, daß die ganze oder ein großer Teil der Erdatmosphäre zu gewissen Zeiten stärker getrübt ist, als zu anderen, und zwar wesentlich nach intensiven Vulkanausbrüchen, die große Staubmengen in die Höhe befördern. Solche Trübungen können monate-, ja selbst jahrelang bestehen bleiben, weil die ungeheuer kleinen Staubteilchen sehr lange brauchen, um zu Boden zu fallen. Vielleicht sind auch kosmische Staubmassen manchmal die Ursache solcher allgemeinen Trübungen.

5. Himmelsstrahlung

Wie unter 2. dargelegt wurde, verursacht die Zerstreuung der Sonnenstrahlung an den Luftmolekülen und anderen kleinen Teilchen in der Atmosphäre eine Schwächung derselben. Der Anteil der Strahlung, welcher vom direkten Wege abgelenkt wird, geht aber für den Beobachter auf der Erdoberfläche nur teilweise verloren, zum Teil kommt er ihm in der Himmelselligkeit wieder zur Erscheinung. Die Zerstreuung eines Sonnenstrahles an einem kleinen Teilchen der Atmosphäre erfolgt nach allen Richtungen; die Intensität der zerstreuten Strahlen ist dabei um so größer, je kleiner der Winkel gegenüber der Einfallrichtung des Sonnenstrahles ist. Trifft somit ein Strahlenbündel vom Querschnitt der Erde auf die Atmosphäre, das wir wegen der großen Entfernung der Sonne als parallel ansehen dürfen, so wird von einem Teilchen der Atmosphäre aus stets in der Richtung zum Beobachter ein diffuser Strahl ausgehen. Der Beobachter empfängt daher aus jeder Richtung über dem Horizont einen Lichtstrahl, der Himmel erscheint ihm überall hell. Bei der Unzahl der zerstreuen Teilchen wird die Verteilung der Helligkeit eine sehr ausgeglichene; jedes Teilchen wird von direkten Strahlen der Sonne getroffen und zerstreut dieselben teilweise; diese treffen dann wieder auf andere Teilchen auf, wodurch eine sekundäre Zerstreuung erfolgt, usw.

Trotz dieses unübersehbaren Durcheinanders der zerstreuten Strahlen gibt es einige Gesetzmäßigkeiten, welche die Eigenschaften des Himmelslichtes

regeln. Zunächst werden, wie schon oben erwähnt wurde, die kurzwelligen Strahlen stärker zerstreut als die langwelligen. Infolgedessen sind in der zerstreuten Strahlung die kurzwelligen Strahlen in der Überzahl, die langwelligen nur wenig vertreten. Diese Verteilung gilt um so genauer, je kleiner die zerstreuenden Teilchen sind. Bei ganz reiner Luft, wo Wassertröpfchen und Staub fehlen, ist der Himmel rein blau; die blaue Farbe des Himmels wird von diesen zerstreuten Strahlen gebildet. Dabei ist Violett in größter Intensität vertreten, Blau in geringerer, Grün, Gelb in noch geringerer und Rot in der geringsten Intensität. Werden diese Strahlenabfälle zusammengelegt, so geben sie das diffuse blaue Himmelslicht. Es ist um so heller, je dicker die zerstreuernde Atmosphäre ist; also in der Niederung viel heller als auf hohen Bergen, weil die Zahl der zerstreuernden Luftmoleküle beim Durchgang des Sonnenstrahles durch die ganze Atmosphäre viel größer ist, als wenn nur ein Teil derselben bis zu einem Berggipfel durchsetzt wird.

Sind in der Atmosphäre größere zerstreuernde Teilchen vorhanden, so wird an ihnen das weiße Sonnenlicht gleichfalls nach allen Seiten zerstreut, aber ohne Unterschied nach der Wellenlänge. Dann entstehen Mischfarben zwischen dem eigentlichen Himmelsblau und dem Weiß des Sonnenlichtes, wir erhalten einen blauweißen Himmel, dessen Helligkeit größer ist als die des reinblauen. Diese Wirkung beobachtet man namentlich bei staubhaltiger Luft und beim Vorhandensein von Wassertröpfchen. Nur wenn diese in sehr großer Zahl nahe beisammen sind, entsteht die weiße Farbe der Wolken, das diffuse blaue Himmelslicht wird durch sie abgeschirmt, die Wolken reflektieren einfaches Sonnenlicht auf die Erde.

Wie früher erwähnt, ist die Intensität des von den Luftmolekülen zerstreuten Sonnenlichtes am kleinsten in der Ebene, die senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Dies hat zur Folge, daß der blaue Himmel im allgemeinen unter 90° gegen die Sonne am dunkelsten ist. Allerdings tritt hier noch eine Modifikation durch den Horizont hinzu; erfahrungsgemäß kommen aus den dem Horizont nahe gelegenen Richtungen besonders große Lichtstärken zu uns, weil in diesen Richtungen die Zahl der größeren Partikel am größten ist. Es wird also im Verhältnis zum Horizont der obere Teil des Himmels schwächer beleuchtet sein. Diese beiden Helligkeitsverteilungen zusammen ergeben ein Minimum der Helligkeit nahe bei 90° Sonnenabstand im Sonnenvertikalkreis; unter 90° Sonnenabstand nahe dem Horizont ist die Helligkeit größer.

In Kürze sei hier noch die Polarisation des Himmelslichtes besprochen, obwohl bisher nichts darüber bekannt ist, ob sie therapeutisch irgendeine Rolle spielt.

Die Strahlen, die uns hier beschäftigen, stellt man sich als Transversalschwingungen vor, d. h. die Schwingungen des Äthers erfolgen in einer Ebene, die senkrecht auf die Fortpflanzungsrichtung steht. Wird nun ein Luftmolekül oder ein kleines Partikel in der Atmosphäre, das lichtzerstreuend wirkt, von einem Sonnenstrahl getroffen, so hat man sich vorzustellen, daß das Partikel durch den Strahl in die gleichen Schwingungen versetzt wird, die der Äther ausführt. Diese Schwingungen des Partikels werden nun wieder auf den umgebenden Äther übertragen, womit die Zerstreuung des Strahles gegeben ist. Es ist nun leicht einzusehen, daß — wie dies in Abb. 5 angedeutet ist — ein Sonnenstrahl, der von S kommend auf das Teilchen P auffällt, dort zunächst in einer Ebene senkrecht zu SP schwingt und daß seine Schwingung in dieser Ebene in zwei Komponenten zerlegt werden kann, von denen die eine in die Papierebene fällt, die andere auf ihr senkrecht steht. Dies ist durch den Querstrich und die kleine Scheibe auf der Strecke SP angedeutet. Die beiden Komponenten gleicher Größe, die aufeinander senkrecht stehen, bilden

das sogenannte „natürliche“ Sonnenlicht. Wird nun das Partikel P in die gleichen Schwingungen versetzt, so werden von ihm nach der Richtung A gleichfalls natürliche Strahlen ausgesendet; denn beide Schwingungskomponenten stehen auf der Fortpflanzungsrichtung PA senkrecht und tragen daher zum Strahle bei.

Wesentlich anders ist dies in der auf PA senkrechten Richtung PB . Ein Strahl, der sich in dieser Richtung bewegt, muß aus Schwingungen gebildet werden, die in der zu PB senkrechten Ebene liegen. Das Partikel P besitzt nur die beiden Schwingungskomponenten in und senkrecht zur Papierebene. Erstere steht senkrecht auf SP , fällt somit in die Richtung PB und kann daher zum Strahl in der Richtung PB nichts beitragen. Die zweite Komponente steht auf SP wie auf PB senkrecht und bildet daher die Schwingung des Strahles PB . Diese Schwingung ist eine lineare, der Strahl senkrecht zur Einfallsrichtung SP wird als „polarisiert“ bezeichnet. In einer Richtung PC haben wir von der ersten Komponente nur einen Teil der Amplitude, die zweite dagegen wie in PB ganz; es läßt sich daher die Schwingung des Strahles PC als aus natürlichem und polarisiertem Lichte zusammengesetzt ansehen; wir haben unter schiefe Winkel gegen die Einfallsrichtung „partiell polarisiertes“ Licht.

Am Himmel zeigt sich diese Erscheinung nicht ganz so scharf, wie sie hier dargestellt wurde. Man findet unter 90° Abstand von der Sonne tatsächlich die stärkste Polarisation des Himmelslichtes; aber sie ist nicht total, es ist stets noch natürliches Licht beigemischt. Dies rührt daher, daß die Nähe des Horizontes durch mehrfache Zerstreuung an Partikeln umgekehrt polarisiert wird als der Ort in 90° Sonnenabstand im Sonnenvertikal. Dadurch ergeben sich im Sonnenvertikal einzelne Stellen am Himmel, die neutrales, unpolarisiertes Licht aussenden, die sogenannten neutralen Punkte. Ihre Lage ist für die atmosphärischen Trübungsverhältnisse ein Symptom, so daß man die Polarisation des Lichtes dazu verwenden kann, sich ein Urteil über die Reinheit der Atmosphäre zu verschaffen.

Der Ort der geringsten Helligkeit des blauen Himmels fällt mit dem Ort der stärksten Polarisation nahe zusammen.

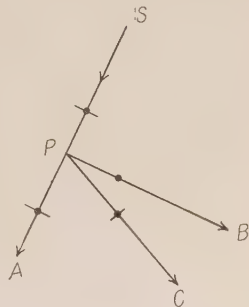


Abb. 5. Polarisation des von S auf das Partikel P auftreffenden Strahles nach den Richtungen B, C

6. Strahlung der Erde

Wie jeder andere Körper gibt auch die Erdkruste Strahlen nach außen ab, wodurch sie Wärme verliert. Wie aber oben auseinandergesetzt wurde, strahlt die Umgebung wieder zurück. Diese Umgebung wird, wenn wir die nächtliche Strahlung der Erde ins Auge fassen, durch die Atmosphäre gebildet, sei sie nun reine Luft oder sei eine Wolkendecke über dem Beobachtungsorte gelegen.

Man hat mehrfach die Strahlung einer schwarzen horizontalen Fläche gegen den Weltraum gemessen. Die Erde ist für dunkle Wärmestrahlen nahezu als schwarzer Körper zu betrachten, so daß diese Erdstrahlung der der schwarzen Fläche ziemlich gleich ist. Man fand diese Ausstrahlung in klaren Nächten zu 0,1 bis 0,2 Gramm-Kalorien auf den Quadratcentimeter in der Minute. Je höher der Beobachtungsort liegt, desto größer ist die Ausstrahlung (Wien, Upsala 0,15, Sonnblick 0,2). Nähere Untersuchungen in Algier haben ergeben, daß sie auch vom Wasserdampfgehalt der Luft recht stark beeinflußt wird, derart, daß bei zunehmender Feuchtigkeit die Strahlung abnimmt (bis auf 0,1 herab).

Die gemessene Ausstrahlungsgröße („effektive“ Ausstrahlung) gibt uns in Wahrheit die Differenz der Ausstrahlung der schwarzen Fläche und der Gegenstrahlung der Atmosphäre; erstere läßt sich nach STEFANS Gesetz berechnen. Sie beträgt z. B. bei einer Temperatur an der Oberfläche

von $18,6^{\circ}\text{C}$ 0,52 g-Kalorien. Dieser Wert wird durch die Gegenstrahlung der Atmosphäre z. B. auf 0,15 herabgedrückt. Hieraus folgt, daß die Gegenstrahlung der Atmosphäre 0,37 g Kalorien beträgt. Natürlich ist diese Größe nicht konstant. Man kann aber aus der gemessenen effektiven Ausstrahlung und aus der theoretisch berechneten die Gegenstrahlung jedesmal ableiten. Da, wie oben erwähnt, der Wasserdampf die effektive Ausstrahlung herabdrückt, so bedeutet das einfach, daß die wasserdampfreiche Atmosphäre stärker gegen die Erdoberfläche strahlt als die trockene. Dies ist auch aus dem früher Gesagten begreiflich; denn der Wasserdampf absorbiert sehr stark die langen Wellen; er strahlt sie somit auch aus und schützt dadurch die Erde vor allzugroßer Abkühlung bei Nacht. Er wirkt wie die Glasdecke des Treibhauses.

Mißt man die nächtliche Ausstrahlung bei bewölktem Himmel, so findet man sie kleiner als bei klarem Himmel. Doch geben nur die niedrigen Wolken hierin viel aus. Sehr hohe Wolken (Cirrostratus) drücken, auch wenn sie den ganzen Himmel bedecken, die Ausstrahlung nur etwa um 0,03 g-Kalorien herab, tiefe Wolken in 1,5 km Höhe hingegen um etwa 0,14 g-Kalorien, so daß die effektive nächtliche Ausstrahlung hier fast ganz verschwindet.

Die Ausstrahlung der Erdoberfläche ist auch gegen verschiedene Teile des Himmels verschieden, gegen den Zenith stark, gegen horizontnahe Flächen gering. Dies rührt daher, daß nahe dem Horizont die Luft stärker getrübt und verunreinigt und auch wärmer ist, wodurch die Gegenstrahlung hier größer wird als im zenithalen Gebiet des Himmels.

Die Ausstrahlung der Erdoberfläche erfolgt natürlich auch bei Tag und kann auch bei Tag gemessen werden, wenn die Sonnenstrahlung abgeblendet wird. Die Messungsergebnisse sind noch nicht erschöpfend. Im allgemeinen scheint es, daß bei klarem Himmel auch bei Tag eine Ausstrahlung gegen den Himmel vorhanden ist, d. h. daß die Erde im Schatten durch Strahlung Wärme an die Atmosphäre abgibt. Dies wird um so mehr der Fall sein, je größere Seehöhe der Ort der Beobachtung hat, weil die Gegenstrahlung der Atmosphäre mit der Seehöhe abnimmt. Ist der Himmel mit Wolken bedeckt, dann findet man bei Tage stets eine Wärmeeinstrahlung auf die Erde; die Gegenstrahlung der Wolken ist also stärker als die Ausstrahlung.

Wir haben hier also wesentlich verschiedene Verhältnisse, wenn wir die Helligkeitsstrahlung bzw. die Wärmestrahlung des Himmels betrachten. Bei Tag ist der Himmel hell, d. h. er reflektiert Sonnenstrahlen von kurzer Wellenlänge auf die Erde. Hingegen strahlt er (bei blauem Himmel) dunkle Wärmestrahlen der Erde zu, die schwächer sind als die von der Erdoberfläche ausgehenden. Mißt man den Wärmeeffekt der Gesamtstrahlung (abgesehen von der direkten Sonnenstrahlung), so ergibt sich, daß die Erde mehr ausstrahlt als sie empfängt. Der Lichteffect zeigt das Gegenteil.

II. Messungsmethoden

Die Methoden der Messungen können hier nur kurz und übersichtlich angeführt, die Instrumente nicht genau beschrieben werden. Man findet eine recht genaue Darstellung derselben im Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, herausgegeben von E. ABDERHALDEN, Abt. II, Heft 3, verfaßt von K. KÄHLER. Im folgenden wird hauptsächlich auf die Möglichkeiten verschiedener Messungen und auf die Maßeinheiten derselben hingewiesen, damit hierdurch die unter III angegebenen Ergebnisse von verschiedenen Beobachtungsarten verständlich werden.

1. Sonnenscheindauer

Die Dauer des Sonnenscheines wird im allgemeinen jetzt mit dem CAMPBELL-STOKESSchen Sonnenscheinautographen registriert. Eine Glaskugel, die frei aufgestellt ist, wirkt den Sonnenstrahlen gegenüber als Brennglas. In der Entfernung des Brennpunktes von der Kugeloberfläche ist ein gekrümmter Papierstreifen angebracht, in welchen die konzentrierten Sonnenstrahlen Brandflecke oder Brandstreifen einbrennen. Der Papierstreifen ist nach Stunden (bzw. halben Stunden) geteilt, das Instrument funktioniert somit wie eine Sonnenuhr, bei der die Stellung der Sonne noch dazu ins Papier eingebrannt wird. Zu Zeiten, wo die Sonne nicht scheint, setzt der Brandstreifen aus. Der Apparat ist sehr bequem zu handhaben und hat nur den Nachteil, daß bei schwachem Sonnenschein (morgens, abends und bei dünner Bewölkung) der Brandstreifen immer schwächer wird und an einer gewissen Strahlungsgrenze ganz aussetzt. Diese Grenze hängt von der Glaskugel und dem Papier ab, wodurch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Stationen nicht ganz sichergestellt ist.

2. Wärmestrahlung der Sonne

Die Gesamtstrahlung der Sonne in ihrer Wärmewirkung wurde ursprünglich auf kalorimetrische Weise durch die Temperaturerhöhung gemessen, welche eine Wassermasse durch die Sonnenstrahlung erfährt.¹ Diese Methode ist wohl die genaueste, erfordert aber zahlreiche Nebemessungen, Korrekturen und viel Zeit. Man hat daher auch einfachere Instrumente gebaut, die praktisch leichter und rascher zu handhaben sind.

Bei allen wird stets die Wärmestrahlung gemessen, welche auf eine senkrecht zu den Sonnenstrahlen gestellte schwarze Platte auffällt, und zwar in Grammkalorien pro Quadratzentimeter und Minute. Derzeit sind besonders die folgenden zwei Apparate für regelmäßige Beobachtungen in Verwendung:

a) Das Kompensationspyrheliometer von K. Angström

Hier werden zwei geschwärzte, aber dünne Metallplättchen den Strahlen entgegengestellt, das eine Plättchen wird abgeschirmt. Auf der Unterseite derselben sind sehr feine Thermoelemente angebracht, die miteinander und mit einem Galvanometer zu einem elektrischen Stromkreise verbunden sind. Wird der Apparat der Sonnenstrahlung ausgesetzt, so erwärmt sich das freie Plättchen, das abgeschirmte behält die Temperatur seiner Umgebung, das Galvanometer zeigt einen Ausschlag. Nun wird durch das abgeschirmte Plättchen ein elektrischer Heizstrom durchgeleitet, welcher dasselbe erwärmt. Mittelst variablen Widerstandes wird der Heizstrom so abgestimmt, daß das Galvanometer auf seine ursprüngliche Ruhelage zurückgeht. Damit ist Gleichheit der Temperatur beider Plättchen erzielt. Die so abgestimmte Intensität des Heizstromes wird mittelst eines Ampèremeters gemessen. Da der elektrische Widerstand des Plättchens bekannt ist, so ist die ihm zugeführte elektrische Energie aus der gemessenen Stromstärke bestimmbar. Bei gleicher Temperatur der beiden Plättchen muß die zu bestimmende Strahlungsenergie gleich der elektrischen Energie sein, die in gleicher Zeit zugeführt wird. Man kann also aus der gemessenen elektrischen Energie auf die Strahlungswärme schließen.

¹ Nebenbei sei bemerkt, daß die Messung mit dem sogenannten „Schwarzkugeltermometer“, die noch immer häufig gemacht wird, keine einwandfreien Resultate ergibt und nur zu Vergleichswerten an einer Station verwendet werden kann. Zum Vergleiche der Verhältnisse an verschiedenen Orten ist die Methode nicht brauchbar.

Da beide Plättchen dieselbe Temperatur besitzen, sind die Wärmeverluste durch Leitung und Strahlung dieselben, es braucht also auf sie keine Rücksicht genommen zu werden. Hierin beruht die besondere Verlässlichkeit dieses Instrumentes.

b) Das Aktinometer von Michelson

Dieser Apparat gibt keine absoluten Wärmewerte, sondern nur relative und muß daher mit einem andern Apparat geeicht werden; er ist für häufige Messungen sehr empfehlenswert, weil er keine Nebenapparate erfordert und in kürzester Zeit die Messung gestattet.

Der Sonnenstrahlung wird hier eine sehr dünne geschwärzte Lamelle ausgesetzt, die aus zwei Metallen gebildet ist (Bimetall-Thermometer). Wegen der ungleichen Ausdehnungsfähigkeit der beiden Metalle tritt bei Bestrahlung eine Verbiegung der Lamelle ein. Sie trägt an ihrem Ende einen kleinen Spiegel, die Ablesung der Verbiegung erfolgt mittelst eines Mikroskopes. Die abgelesenen Skalenteile werden mit der Eichungstabelle direkt in Grammkalorien überführt.

Die Einstellung der Lamelle erfolgt ungemein rasch, so daß rasche Schwankungen der Sonnenstrahlung mit diesem Instrumente am besten zu verfolgen sind.

c) Um

die Verteilung der Strahlungsenergie im Sonnenspektrum

zu messen, haben LANGLEY und ABBOT in Washington eine sehr komplizierte Versuchseinrichtung gebaut, die hier nur kurz erwähnt werden soll. Die Strahlung der Sonne wird durch Prismen oder Beugungsgitter in ein Spektrum (Brechungs- oder Beugungsspektrum) zerlegt, wobei für die ultraroten und ultravioletten Strahlen spezielle Einrichtungen zu treffen sind. Durch das so entworfene Spektrum wird ein sogenanntes „Bolometer“ geführt, das die Intensität der Strahlung für sehr schmale Wellengebiete angibt. Das Bolometer ist im wesentlichen ein Platindraht, dessen Widerstand sich mit seiner Temperatur verändert. Die Temperatur ist ein Maß für die Strahlungswärme, der Widerstand wird durch einen Galvanometerausschlag festgestellt. Indem das Bolometer langsam durch das ganze Spektrum durchbewegt wird, gibt es Schwankungen des Galvanometerausschlages, die auf photographischem Papier registriert werden und so eine „Energiekurve der Sonnenstrahlung“ liefern, wie sie Abb. 1 in sehr vereinfachter Weise zeigt.

Die Bolometermessungen sind relative. Die Gesamtenergie wird auf kalorimetrischem Wege bestimmt; dann kann aus der Bolometerkurve die Energie in einzelnen Spektralbezirken abgeleitet werden.

3. Wärmestrahlung von Himmel und Erde

Die Wärmestrahlung von Himmel und Erde läßt sich nicht trennen, man kann — wie oben erwähnt — nur die Differenz der beiden messen. Da im allgemeinen bei klarem Himmel die Ausstrahlung der Erde größer ist als die Gegenstrahlung der Atmosphäre, so bezeichnet man die Instrumente zur Messung dieser Differenz als Ausstrahlungsapparate.

Außer mehreren Apparaten kalorimetrischer Art, die seinerzeit für einzelne Messungen hergerichtet wurden, benützt man heute wesentlich zwei Instrumente:

a) K. Angströms Pyrgeometer

Dieses Instrument hat große Ähnlichkeit mit ANGSTRÖMS Instrument zur Messung der Sonnenstrahlung. Dem gesamten Himmel werden zwei Plättchen in horizontaler Lage exponiert, von denen das eine geschwärzt, das andere blank

ist. Das geschwärzte sendet Strahlen aus und empfängt umgekehrt auch solche von außen, das blanke soll weder ausstrahlen noch absorbieren. Dieses behält daher bei Nacht die Temperatur der Umgebung, das schwarze aber kühlt sich ab. Nun sind auf der Unterseite der Plättchen wieder Thermoelemente angebracht und an einem Galvanometer lassen sich Temperaturunterschiede feststellen. Ein elektrischer Heizstrom wird nun durch das geschwärzte Plättchen geleitet, wodurch bei regulierbarer Stromstärke die Temperaturen wieder ausgeglichen werden. Der Verlust an Strahlungsenergie ist also der zugeführten elektrischen Energie gleichzusetzen und man erhält die Größe der effektiven Ausstrahlung proportional dem Quadrat der gemessenen Stromstärke in Grammkalorien pro Minute und Quadratzentimeter. Der Apparat erfordert ein ziemlich empfindliches Galvanometer mit Spiegelablesung, da die Ausstrahlung etwa um das Zehnfache geringer ist als die Sonnenstrahlung.

b) K. Angströms Tulipan

Dem Himmel wird eine innen geschwärzte kleine aber tiefe Glasschale ausgesetzt, in der Form eines Fingerhutes. Durch Ausstrahlung kühlt sich dieselbe ab, der nach oben offene geschwärzte Hohlraum repräsentiert besonders gut einen „schwarzen Körper“. Die Glasschale ist in ein anderes Glasgefäß eingeschmolzen, das Äther enthält. Der Ätherdampf schlägt sich bei Abkühlung an der Glasschale außen nieder und tropft in einen Meßzylinder. Die Quantität des in einer bestimmten Zeit kondensierten Äthers ist ein Maß für die in dieser Zeit durch Ausstrahlung von der Glasschale abgegebene Wärmemenge; der Apparat gibt nicht die Momentanwerte der Ausstrahlung, sondern die Summe derselben über eine gewisse Zeit.

c) A. Angströms Pyranometer

Nach Ausschaltung der ultraroten Wärmestrahlen kommt bei gemeinsamer Messung der Himmelstrahlung und Erdstrahlung nur mehr erstere in Betracht; der Himmel sendet bei Tag diffuses Sonnenlicht zur Erde, das gleichfalls mit Bezug auf seine Wärmewirkung gemessen werden kann. Wir schließen daher hier noch ein Instrument an, das zur Messung der Helligkeit des Himmels dient, aber nicht die optische Wirkung der sichtbaren Strahlen gibt, sondern ihre Wärmewirkung.

Das Pyranometer von A. ANGSTRÖM ist ganz ähnlich gebaut wie das Pyrgeometer von K. ANGSTRÖM. Nur ist das eine Plättchen nicht blank, sondern mit Magnesiumoxyd weiß gefärbt. Wird nun das schwarze und weiße Plättchen von dunklen Wärmestrahlen getroffen, so absorbieren beide dieselben in gleicher Weise; diese Strahlen erzeugen daher keine Temperaturdifferenz der Plättchen. Fallen hingegen Lichtstrahlen auf, so wird das schwarze sie aufnehmen, das weiße aber nicht. Es wird nun wieder durch einen Heizstrom das kältere, weiße Plättchen auf die Temperatur des schwarzen gebracht und die Stromenergie zum Ausdruck der Strahlungsenergie verwendet. Die Plättchen sind noch durch eine Glashalbkuugel überdeckt, welche die Wärmestrahlen zum großen Teil absorbiert. Das Pyranometer mißt also die Wärmewirkung der sichtbaren Himmelsstrahlung mit Ausschaltung der ultraroten Einstrahlung des Himmels und Ausstrahlung der Erde (bzw. der Plättchen).

4. Optische Strahlung der Sonne und des Himmels

Die spektralphotometrische Untersuchung der Sonnenstrahlung (mit Rücksicht auf die FRAUNHOFERSchen Linien usw.) fällt außer den Rahmen des vorliegenden Kapitels. Wir betrachten hier nur die Methoden zur Messung der

Helligkeit, welche eine der Sonne oder dem Himmel exponierte Fläche durch deren Bestrahlung erhält. Im allgemeinen wird eine solche Fläche horizontal aufgestellt; und zwar benützt man hiefür eine Milchglasplatte, die, von unten betrachtet, eine gewisse Helligkeit hat, die „Ortshelligkeit“ genannt wird. Die Beleuchtung einer horizontalen Fläche wird auch als „Oberlicht“ bezeichnet, im Gegensatz zur Beleuchtung einer vertikal aufgestellten Fläche, die „Vorderlicht“ genannt wird. Das Vorderlicht ist je nach der Orientierung bezüglich der Sonne verschieden. Wird die vertikale Milchglasplatte senkrecht zum Sonnenvertikal gegen die Sonne hin gestellt, so spricht man vom südlichen Vorderlicht, in der umgekehrten Richtung vom nördlichen, bei 90° Drehung nach links und rechts vom östlichen und westlichen Vorderlicht.

Richtet man die Milchglasplatte senkrecht zur Sonnenstrahlung und bringt einen Tubus an, welcher die Himmelsstrahlung abschirmt, dann erhält man die Sonnenhelligkeit allein.

a) Das wichtigste Instrument für diese Messungen ist das WEBERsche Milchglasplattenphotometer. Es kann für alle die angeführten Messungen verwendet werden. Dabei handelt es sich um einen photometrischen Vergleich der zu messenden Helligkeit mit der durch eine Normalkerze erzeugten Helligkeit; die Einheit der Messung ist die Meter-HEFNER-Kerze, also die Helligkeit, welche die Normalkerze in 1 m Entfernung erzeugt.

Das Instrument besteht aus zwei aufeinander senkrechten Röhren. In der einen, horizontalen, ist die Normalkerze aufgestellt; sie beleuchtet eine in dem Rohr verschiebbar angebrachte Milchglasplatte. Das andere Rohr, durch eine Milchglasplatte abgeschlossen, ist drehbar und kann auf die Sonne gerichtet oder für Oberlicht- und Vorderlichtmessungen vertikal und horizontal gestellt werden. Wo die beiden Röhren zusammentreffen, ist ein LUMMER-BRODHUNscher Würfel angebracht, der bewirkt, daß die von der Normalkerze ausgehenden Strahlen um 90° in die Richtung der Sonnenstrahlen gedreht werden und zum unteren Ende des Sonnenrohres gelangen, während die von der Sonne kommenden Strahlen ihre Richtung beibehalten. Das Gesichtsfeld im Okular zerfällt infolge des genannten Würfels in zwei Teile. Der innere Kreis wird von der Sonne beleuchtet, der äußere Ring von der Kerze. Durch Einschaltung von weiteren Milchglasplatten als Lichtfiltern in das Sonnenrohr und durch Einstellung der verschiebbaren Milchglasscheibe im Kerzenrohr wird die Beleuchtung des inneren und äußeren Gesichtsfeldes gleich gemacht und somit photometrisch die Beleuchtung der Sonnenmilchglasscheibe im Verhältnis zu der der Kerzenmilchglasscheibe bestimmt. Die Lichtschwächung, welche sich durch die eingesetzten Milchglasfilter ergibt, muß naturgemäß ein für allemal bestimmt werden.

Die Hauptschwierigkeit der photometrischen Messung der Sonnen- und Himmels-helligkeit liegt in der nicht identischen Farbe dieser Strahlungen und der der Normalkerze. Bei verschiedener Farbe wurde von WEBER als Maß gleicher Helligkeit die Sehschärfe benützt, die natürlich vom individuellen Auge abhängt. Diese Schwierigkeit kann vermieden werden, wenn man beide Strahlungen durch gleiche farbige Filter treten läßt. Hiezu wurde ein bestimmtes grünes und rotes Glas benützt. Dann können die Helligkeiten der Sonne und des Himmels für Grün und für Rot in Meterkerzen gemessen werden. Aus diesen beiden Werten hat WEBER dann Äquivalenzwerte für weißes Licht nach der Sehschärfe bestimmt; sie hängen von dem Helligkeitsverhältnis Grün : Rot ab. Mittelst dieser ziemlich verwickelten Methode kommt man auf Grund der photometrischen Messungen in Grün und Rot schließlich zu einem Weißwert der Helligkeit in Meterkerzen.

Wird das WEBERSche Photometer für Oberlichtmessungen horizontal aufgestellt, so erhält man die Beleuchtung von Sonnen- und Himmelslicht zusammen, bei der Einstellung auf die Sonne allein die Beleuchtung einer zur Sonnenstrahlung senkrechten Scheibe. Letztere, mit dem Sinus des Höhenwinkels multipliziert, gibt die Beleuchtung einer horizontalen Fläche durch die Sonne allein. Zieht man diese von der Gesamtbeleuchtung (Oberlicht) ab, so erhält man die Himmelshelligkeit getrennt von der der Sonne. Man kann die letztere auch durch Abblenden der Sonnenstrahlung messen und aus ihr und dem gesamten Oberlicht die Helligkeit der Sonne berechnen.

b) Zum Vergleich des Oberlichtes mit dem Vorderlicht hat WEBER sein Relativphotometer gebaut; hier tritt an die Stelle der Normalkerze eine vom Himmel beleuchtete Milchglasscheibe, die horizontal liegt (Oberlicht), die zweite Röhre kann nach verschiedenen Richtungen eingestellt werden. Statt des oben verwendeten LUMMER-BRODHUNSchen Würfels ist hier an dem Vereinigungspunkt der beiden Röhren ein Spiegel mit einer kreisrunden Öffnung angebracht, welcher wie früher den inneren Teil des Gesichtsfeldes von der einen Lichtquelle, den äußeren von der anderen beleuchten läßt. Zur Einstellung auf gleiche Helligkeit ist im drehbaren Rohr vor der Milchglasscheibe eine Irisblende angebracht.

Die Messung gibt z. B. die Intensität des Vorderlichtes nach einer bestimmten Seite hin in Einheiten des Oberlichtes. Das Instrument kann auch dazu verwendet werden, die Helligkeit in Innenräumen mit der des Oberlichtes zu vergleichen, was für technische Zwecke von Wichtigkeit sein kann.

5. Photochemische Strahlung der Sonne und des Himmels

Die erste Methode zur Bestimmung einer Lichtintensität auf photochemischem Wege stammt von BUNSEN und ROSCOE. Sie benützten Chlorknallgas, das sich durch Lichteinwirkung in Salzsäure umwandelt. Später wurde die Eigenschaft des Lichtes benützt, Chlorsilber und Bromsilber zu schwärzen (Photographie).

Mit der BUNSEN-ROSCOE'schen Methode wurden wohl mehrere lichtklimatische Untersuchungen gemacht; wirklich zahlreiche und regelmäßige Beobachtungen aber wurden erst angestellt, als J. WIESNER seine Methode mit photographischem Papier ausgearbeitet hatte. Hier wird in einem kleinen Rahmen ein bestimmtes photographisches Papier der Strahlung der Sonne und des Himmels ausgesetzt und die Zeit gemessen, die nötig ist, damit das Papier eine bestimmte Schwärzung annimmt. Zur Beurteilung der Schwärzung sind mehrere haltbare schwarze Normaltöne hergestellt, welche zum Vergleich in den Rahmen neben das photographische Papier gelegt werden. Diese Normaltöne sind auf eine von BUNSEN für die Chlorknallgasmethode festgesetzte photochemische Lichteinheit (die BUNSEN-Einheit) bezogen. Man verwendet je nach der Helligkeit, die man mißt, dunklere oder lichtere Vergleichstöne, um die Messung möglichst kurz zu gestalten. Die Lichtintensität ist dann verkehrt proportional der Zeit, welche zur Erreichung des Vergleichstons bei der Exposition nötig ist. Das WIESNER'sche Photometer ist weitaus der einfachste und kleinste Apparat, der ein Maß für die Lichtintensität gibt und wurde daher vielfach auf Reisen und Bergtouren verwendet. Die Ergebnisse sind freilich recht ungenau. Zur Messung der Sonnen- und Himmelsstrahlung legte WIESNER das kleine Rähmchen horizontal auf die flache Hand und ließ die Sonne daraufscheinen. Nach dieser Messung machte er eine zweite, indem er sich umkehrte und das Rähmchen im Schatten des eigenen Körpers beobachtete. Angenähert gibt die erste Messung

die Strahlung der Sonne und des Himmels, die zweite die des Himmels allein, so daß aus der Differenz auch die Strahlung der Sonne selbst hervorgeht.

In neuerer Zeit haben EDER und HECHE ein „Graukeilphotometer“ gebaut, das gleichfalls die Schwärzung photographischen Papiers verwendet. Dieses wird unter einem Graukeil den Lichtstrahlen exponiert. Der Graukeil ist dadurch hergestellt, daß auf einer Glasplatte mit Tusch gefärbte Gelatine in zunehmender Dicke aufgetragen wird; indem dieselbe eintrocknet, ergibt sich ein Überzug mit nach einer Seite kontinuierlich zunehmender Schwärzung. Auf ihn ist noch eine Skala aufgezeichnet. Wird nun das photographische Papier unter dem Graukeil eine Zeitlang dem Lichte ausgesetzt, so findet man die umgekehrte zunehmende Schwärzung auf dem Papier. An der Skala wird abgelesen, bis wohin die Schwärzung sichtbar ist. Dieser Wert stellt ein Maß für die „Lichtsumme“ dar, welche in der Expositionszeit das Papier getroffen hat. Das Graukeilphotometer kann kurze Zeit oder auch stundenlang exponiert bleiben und ist besonders für Messungen der Lichtsummen verwendbar. Versuche, die Schwärzung auf BUNSEN-Einheiten zurückzuführen, haben keine günstigen Resultate gegeben; im wesentlichen ist der Apparat nur zum Vergleich von an einem Orte aufeinander folgenden Messungsergebnissen verwendbar. Bei ihm wie auch beim WIESNERSchen Apparat liegt die Schwierigkeit für die Vergleichbarkeit verschiedener Messungen wesentlich in der meist nicht gleichen Empfindlichkeit des photographischen Papiers.

Ähnlich wie der WIESNERSche Apparat kann man auch das Graukeilphotometer zur Bestimmung der Sonnen- und Himmelsstrahlung verwenden; auch das Vorderlicht läßt sich bei vertikaler Exposition leicht messen.

6. Photoelektrische Strahlung der Sonne und des Himmels

Die Eigenschaft kurzwelliger Strahlen, negativ geladenes Metall zu entladen, wurde zuerst von ELSTER und GEITEL im Zinkkugelphotometer zur Messung der kurzwelligen Sonnenstrahlung verwendet. Hier wird der Sonne in einem nach ihr hinggerichteten Rohr eine Zinkkugel exponiert, die isoliert aufgestellt und mit einem Elektroskop in Verbindung ist. Sie wird auf ein bestimmtes elektrisches Potential aufgeladen und verliert nun durch die Bestrahlung allmählich diese Ladung. Die Abnahme des Potentials in einer gemessenen Zeit gibt ein Maß für die Intensität der Strahlung. Die Genauigkeit der Messung ist nicht besonders groß. Vor jeder Messung ist die Zinkkugel frisch zu amalgamieren, auch sonst sind besondere Vorsichtsmaßregeln (für die Isolation usw.) nötig, so daß das Instrument für Dauermessungen nicht gut verwendbar ist.

Praktischer sind die in letzter Zeit mehrfach verwendeten Photozellen, die gleichfalls von ELSTER und GEITEL gebaut wurden. Auf der Innenseite einer Glashalbkugel werden galvanisch dünne Metallschichten niedergeschlagen, durch eine Batterie an einem Verbindungsdraht (Kathode) aufgeladen und der Strahlung der Sonne oder des Himmels exponiert. Ein der Halbkugel gegenüberstehender Auffangdraht empfängt die infolge der Strahlung vom Metall ausgesandten Elektronen; dieser Draht, die Anode, wird mit einem Galvanometer oder, bei geringerer elektrischer Entladung, mit einem Elektrometer in Verbindung gesetzt, an dem man die Stromstärke, den „Photostrom“, mißt. Die Glashalbkugel samt Kathode und Anode (Zelle) ist luftdicht abgeschlossen. Für größere Lichtstärke wird die Zelle evakuiert, für geringere mit Helium oder Argon gefüllt.

Zur Messung der grünen bis violetten Strahlung wird als Metall Kalium verwendet (Kaliumzelle). Hier ist die Stromstärke noch mit einem empfindlichen Galvanometer meßbar. Die ultraviolette Strahlung wird mit einer Cad-

miumzelle gemessen, die mit Helium gefüllt ist. Hier ist im allgemeinen der geringen Stromstärke wegen ein Elektrometer nötig.

Zur Messung der Sonnenstrahlung allein wird die Zelle in einem Rohr gegen die Sonne gerichtet; Blenden und Filter (auch farbige Gläser) ermöglichen die Lichtabschwächung und das Herausgreifen bestimmter Spektralbezirke. Bei horizontaler Exposition kann auch die Himmelstrahlung gemessen werden. Zur dauernden Beobachtung hat C. DORNO in Davos die Spiegelgalvanometer registrierend aufgestellt (mittels photographischen Papiers), wodurch der Tagesgang der Strahlung aufgezeichnet werden kann.

Die Eichung der Kaliumzelle kann mit einer konstanten Vergleichslichtquelle erfolgen, wodurch es möglich wird, die Strahlungsstärke in Einheiten der Normalkerze umzurechnen. Freilich handelt es sich da nicht um Lichtstärken, die mit den gewöhnlich in Meterkerzen ausgedrückten vergleichbar sind, da auf die Kaliumzelle ja nur ein kleiner Teil der Strahlung der Kerze wirkt. Für die ultraviolette Strahlung kommt diese Reduktion noch weniger in Betracht, da die Kerze kaum ultraviolette Strahlung aussendet.

Die Benützung der Photozellen erfordert physikalische Übung und stabile Aufstellung an einem Observatorium, da viele Hilfsapparate nötig sind. Die Ergebnisse sind aber wesentlich besser als die auf photochemischem Wege gewonnenen.

7. Färbige Glasfilter

Für die verschiedenen Messungsarten der Strahlung benützt man vielfach Glasfilter, welche dazu dienen, bestimmte Spektralbereiche der Strahlung zu unterdrücken, bzw. hervorzuheben. Besonders häufig werden die Gläser der Firma Schott in Jena benützt. Herrn Geheimrat SÜRING verdanke ich die Mitteilung einer Liste der Durchlässigkeitskoeffizienten mehrerer Schottscher Gläser für verschiedene Wellenbereiche. Sie seien im folgenden angeführt, da es wichtig erscheint, für Studien der Lichttherapie miteinander vergleichbare und möglichst gut durchgemessene Lichtfilter zu verwenden. Die Farben der Gläser allein lassen die Durchlässigkeit nur sehr ungenau beurteilen; man muß die Gläser spektrometrisch untersuchen, um verlässliche Grundlagen zu haben.

Glasfilter der Firma Schott	Durchlässigkeit bei Wellenlänge							
	350	400	450	500	550	600	650	700 $\mu\mu$
Blau-Violett F 3653	0,94	0,94	0,44	0,05	0,04	0,04	0,08	0,1
Blau ... S ... F 3873	0,3	(0,70 ?)	(0,68 ?)	0,24	0,02	0,02	0,03	0,05
Grün ... F 4930	0,0	0,0	(0,21 ?)	0,57	0,62	0,34	0,15	?
Rot ... F 4512	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,20	0,92	(0,95)
Flintglas ... O 198	0,0	0,10	0,77	0,97	0,96	0,96	0,98	0,98

Die Glasdicke für die angegebene Durchlässigkeit (im Verhältnis zum auffallenden Licht) beträgt für die vier ersten Filter je 1 mm, für das Flintglas 10 mm. Die angegebenen Werte sind, wenn auch die Schottschen Gläser die besten sind, nicht vollkommen verlässlich, da verschiedene Exemplare einer Sorte mitunter nicht unerhebliche Abweichungen voneinander zeigen.

III. Messungsergebnisse

Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die Messungen von Sonnen- und Himmelsstrahlung gegeben, und zwar mit besonderer Rücksicht auf die geographische Verteilung der Strahlungsgrößen. Die Strahlungsmenge, welche verschiedenen Orten der Erde zukommt, hängt hauptsächlich von folgenden Umständen ab; 1. von der geographischen Breite, welche die Dauer des Tages,

d. h. den Zeitraum beeinflußt, während dessen die Sonne über dem Horizont steht; 2. von der Jahreszeit, die auf diesen Zeitraum von Einfluß ist und auch die Höhe, bis zu welcher die Sonne über den Horizont steigt, bestimmt; 3. von der Tageszeit, die gleichfalls für die Sonnenhöhe maßgebend ist; 4. von der Seehöhe des Beobachtungsortes; je größer diese ist, desto größer ist die Sonnenstrahlung und desto geringer die Himmelsstrahlung. Diese vier Umstände sind durch die geographische Lage des Beobachtungsortes auf der Erde bestimmt. Es kommen aber noch weitere Umstände in Betracht, die von den Eigenschaften der Atmosphäre am Beobachtungsort abhängen; diese sind 5. die Wolkenbedeckung und 6. der Reinheitsgrad der Luft am betreffenden Ort.

Wenn es sich nur um die Beurteilung des voraussichtlichen Einzelwertes einer Strahlung handelt, dann spielt geographische Breite, Jahres- und Tageszeit nur insofern eine Rolle, als aus ihnen die Höhe der Sonne über dem Horizont zu entnehmen ist. Handelt es sich aber um Strahlungssummen über einen gewissen Zeitraum, um die Wirkung einer länger dauernden Strahlung, dann müssen jene drei Umstände für sich in Betracht gezogen werden; die Strahlungssumme, über einen Tag oder einen Monat genommen, hängt sehr stark von der geographischen Breite und der Jahreszeit ab. Solche Größen werden auf Grund des Standes der Sonne für verschiedene Breiten der Erde berechnet; sie geben die im Maximum möglichen Strahlungssummen, entsprechen aber noch nicht den wirklichen Werten, da nun der Grad der Strahlenschwächung als zweiter wichtiger Faktor noch hinzutritt. Er hängt von der Seehöhe, der Bewölkung und der lokalen Trübung der Atmosphäre ab. Im wesentlichen haben daher Messungen der Strahlungsverhältnisse an verschiedenen Orten nur den Zweck, den Grad der lokalen Strahlungsschwächung festzustellen, da die anderen Einflüsse rechnerisch bestimmt werden können.

Es ist hier nicht angebracht, die mathematischen Formeln für die Abhängigkeit der Strahlung der Sonne und ihrer Tages- und Monatssummen von geographischer Breite und Jahreszeit zu geben. Wir beschränken uns daher auf die Darstellung tatsächlich gemessener Werte, in welchen der Einfluß der lokalen Strahlungsschwächung schon enthalten ist.

1. Größtmögliche Wärmemengen der Sonnenstrahlung

Zur Orientierung über die zur Verfügung stehende Wärmemenge, welche von der Sonne einem horizontalen Quadratcentimeter der Erdoberfläche im Meeresniveau zukommen kann, hat LOISEL aus den normalen Werten der gemessenen Sonnenstrahlung die Wärmesummen gebildet, welche entsprechend der Stellung der Sonne zur Erde auf verschiedene Breiten derselben in den einzelnen Monaten auffallen würden, wenn keine Bewölkung die Sonnenstrahlen abblenden würde.

Die Tabelle 1 gibt diese größtmöglichen Wärmesummen für die mittleren Breiten der Erde (von 42 bis 52°) in Kilogrammkalorien wieder, und zwar für die einzelnen Monate des Jahres und das Jahr im ganzen.

Tabelle 1. Wärmesummen in kg-Kal. bei wolkenfreiem Himmel

Breite	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
42°	4,75	7,05	10,29	13,98	15,59	16,22
44°	4,23	6,47	9,80	13,66	15,42	16,11
46°	3,70	5,94	9,31	13,33	15,23	16,01
48°	3,18	5,39	8,81	12,93	15,04	15,90
50°	2,69	4,82	8,32	12,47	14,80	15,76
52°	2,23	4,29	7,78	12,03	14,58	15,59

Breite	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
42°	15,71	13,79	11,04	7,80	5,31	4,08	125,61
44°	15,60	13,59	10,67	7,24	4,76	3,57	121,14
46°	15,39	13,35	10,23	6,68	4,22	3,07	116,46
48°	15,29	13,01	9,78	6,15	3,67	2,59	111,74
50°	15,08	12,67	9,28	5,61	3,14	2,12	106,75
52°	14,84	12,26	8,76	5,08	2,66	1,68	101,78

In den Sommermonaten macht der Breitenunterschied, wie die Tabelle 1 zeigt, nicht viel in den Wärmesummen aus, im Winter ist dagegen die Wärmesumme in 42° Breite zwei bis dreimal so groß als in 52° Breite. In 52° Breite ist die Strahlungssumme im Juni etwas mehr als neunmal so groß denn im Dezember, in 42° Breite ist das Verhältnis etwa 4 : 1. Die Jahressumme von über 100 g-Kal. würde genügen, um unterhalb des Quadratcentimeters der Erdoberfläche, auf den sie einfällt, eine Wassersäule von 160 bis 200 cm Tiefe in Wasserdampf zu verwandeln.

2. Gemessene Werte der Sonnenstrahlung

a) Wärmestrahlung

Am häufigsten und auch am einwandfreiesten wurde die Sonnenstrahlung in ihrem Wärmeeffekt gemessen. Die Einzelwerte hängen, wie oben ausgeführt, von zahlreichen Umständen, teils geographischer, teils lokaler Art ab, so daß es nötig ist, sie nach diesen Gesichtspunkten zu ordnen. Außerdem sind dann Strahlungssummen über gewisse Zeiträume von praktischer Bedeutung. Wir wollen zunächst die kalorimetrischen Messungsergebnisse betrachten und sie dann zu den optischen, photochemischen und photoelektrischen in Vergleich setzen.

Die absolute Größe der an der Erde eintreffenden Strahlungsenergie schwankt je nach den atmosphärischen Verhältnissen zwischen Null und einem Maximalwert.

Die Maximalwerte der Sonnenstrahlung nehmen mit der Sonnenhöhe und mit der Seehöhe zu; im Sommer, wo die Sonne am höchsten steht, sind sie an den meisten Stationen größer als im Winter, obwohl die Maxima des Jahres auch stellenweise auf das Frühjahr oder den Herbst fallen, weil um diese Zeiten die Atmosphäre weniger getrübt ist als im Sommer.

Die Seehöhe hat auf die Maximalwerte einen deutlichen, wenn auch nicht sehr großen Einfluß. Die höchsten Werte stammen vom Sonnblick (1,60 g-Kal.) und Monte Rosa (1,63).

Die Mittelwerte der Mittagsstrahlung (Tabelle 2), die nur für wenige Stationen, insbesondere Kurorte zusammengestellt sind, sind im Winter zum Teil recht gering, unter 1 g-Kal., im Sommer überall über 1 g-Kal.

Tabelle 2. Mittlere Werte der Sonnenstrahlung um Mittag in g-Kal.

Station	Jahr	Seehöhe m	Winter	Frühjahr	Sommer	Herbst
Arequipa	1912/15	2450	1,50	1,47	1,50	1,51
Warschau	1901/05	120	0,87	1,14	1,13	1,00
Montpellier	1883/00	40	1,06	1,14	1,13	1,08
Kolberg	1914/15	5	0,87	1,29	1,14	1,07
Riezlern	1922/23	1150	1,29	1,42	1,39	1,34
Davos	1921/22	1600	1,43	1,54	1,47	1,45
Arosa	1921/25	1860	1,46	1,53	1,50	1,48

Auffallend hoch sind die Werte von Davos und Arosa; sie nähern sich denen des tropischen Arequipa und überschreiten sie sogar in einzelnen

Monaten, obwohl die Seehöhe von Arequipa größer ist. Es sei hier bemerkt, daß die Absolutwerte der Messungen nicht stets ganz richtig sind, weswegen die Strahlungswerte einer Station viel verlässlicher im Vergleich untereinander, als im Vergleich mit denen einer anderen Station sind.

Der Tagesgang der Sonnenstrahlung zeigt infolge der zunehmenden Sonnenhöhe ein Ansteigen vom Morgen bis Mittag, am Nachmittag ein Absinken. Häufig tritt auch um die Mittagszeit eine Depression in der Tageskurve ein, verursacht durch Trübungen (Wasserdampf).

Als Beispiel für den Tagesgang seien Werte der Strahlung von Montpellier (Südfrankreich) und Yxelö (Schweden) angeführt:

	5	6	7	8	9	10	11 Uhr	
Montpellier	0,45	0,82	(1,0)	1,09	—	(1,2)	—	
Yxelö	0,50	0,73	0,91	1,06	1,18	1,27	1,33	
	12	13	14	15	16	17	18	19 Uhr
Montpellier ..	(1,17)	—	1,18	—	—	0,86	—	0,45
Yxelö	1,35	1,33	1,27	1,18	1,06	0,91	0,73	0,50

Später werden ähnliche Tagesgänge der Wärmestrahlung noch mit anderen Strahlungsmessungen verglichen.

Aus solchen Beobachtungsreihen können die Tagessummen der Wärmestrahlung berechnet werden. Hierzu muß aber die einfallende Strahlung nicht auf eine zur Strahlung senkrechte, sondern auf eine horizontale Fläche bezogen werden; dann gibt die Tagessumme die im Tage bei heiterem Himmel auf die Erde einfallende Strahlung. Multipliziert man die Tagessumme mit der Zahl der Monatstage, so ergibt sich die Monatssumme der Strahlung, zunächst im ganz wolkenfreien Monat. Wird nun noch die Bewölkung berücksichtigt und die oben angegebene Summe dementsprechend verringert, so erhält man die „effektive“ Monatssumme der Strahlung, die als klimatischer Faktor eine sehr bedeutende Rolle spielt.

Solche Summen sind in Tabelle 3 für eine Reihe von europäischen Orten angegeben und zwar nur für die vier verschiedenen Jahreszeiten.

Tabelle 3. Vierteljahressummen der Wärmestrahlung auf horizontale Fläche in kg-Kal/cm²

Ort	geogr. Breite	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Spitzbergen	79,9 ⁰	0	6,5	9,1	1,2	16,8
Pawlowsk	59,7 ⁰	0,9	14,5	20,5	3,9	39,8
Stockholm	59,3 ⁰	1,3	17,7	30,4	6,0	55,3
Kolberg	54,2 ⁰	1,8	20,9	27,8	8,2	58,7
Potsdam	52,4 ⁰	2,3	18,2	24,7	8,1	53,2
Warschau	52,2 ⁰	1,6	17,1	25,7	7,9	52,3
Taunus-Obs.	50,2 ⁰	2,7	17,4	23,0	8,5	51,6
Wien	48,2 ⁰	2,6	17,0	24,9	7,9	52,3
Riezlern	47,4 ⁰	5,0	23,8	29,9	11,1	69,9
Davos	46,8 ⁰	7,4	22,9	32,1	15,8	78,1
Arosa	46,8 ⁰	9,4	24,0	31,1	17,5	82,0
Agra	46,0 ⁰	9,6	23,2	34,9	14,3	82,0
Montpellier	43,6 ⁰	8,0	21,8	28,6	13,6	71,9
Heluan	30,0 ⁰	33,8	55,1	85,0	55,9	229,8

(In Spitzbergen wurden die Beobachtungen an der Treurenborgbai gemacht; das Taunus-Observatorium liegt auf dem Feldberg, Heluan bei Kairo.)

Winter: Dezember bis Februar; Frühjahr: März bis Mai; Sommer: Juni bis August; Herbst: September bis November.

Die Monatssummen der Strahlung in Europa variieren zwischen 60 und 2000 g Kal. im Dezember und zwischen 8000 und 10000 im Juni. Im Sommer spielt also die geographische Breite und auch die Seehöhe eine viel geringere Rolle für die Strahlungssumme als im Winter. Die größten Jahressummen der Strahlung haben in Europa die Kurorte Agra, Arosa, Davos, Riezlern und die in Südfrankreich unter $43\frac{1}{2}^{\circ}$ Breite gelegene Stadt Montpellier. In Ägypten (Heluan) ist die Jahressumme der Strahlung etwa dreimal größer als an diesen Orten.

Vergleicht man die effektive Strahlung mit der bei fehlender Bewölkung möglichen, so findet man deren Verhältnis zu einander in Europa im Sommer nicht sehr variabel; die wirkliche Strahlung beträgt meist etwa über 50% von der möglichen. Die besondere Gunst der Kurorte Agra, Arosa und Davos liegt in den Winterprozenten, die hier denen der Sommerprozente ziemlich gleich sind, an den übrigen Orten aber nur die Hälfte, stellenweise sogar nur ein Viertel der Sommerprozente betragen.

Die perzentuellen Angaben der Strahlungssummen lassen, abgesehen von der geographischen Lage, am raschesten die Günstigkeit eines Ortes für Strahlentherapie beurteilen.

b) Strahlung in verschiedenen Wellenbereichen

Von besonderem Interesse ist die bisher nur an wenigen Orten durchgeführte Messung der Sonnenstrahlung für verschiedene Wellenbereiche zu gleicher Zeit.

An erster Stelle führen wir hier Davos an, wo C. DORNO die Wärmestrahlung, die optische Sonnenstrahlung, die blauviolette und die ultraviolette Sonnenstrahlung durch längere Zeit bestimmt hat. Der Wärmeeffekt ist in Gramm-Kalorien gegeben, der optische Effekt nach WEBERS photometrischer Methode in Meternormalkerzen, ebenso die blauviolette Strahlung (photochemisch gemessen), während die ultraviolette Strahlung in relativen Einheiten (Ausschläge am Galvanometer nach der photoelektrischen Methode) bestimmt wurde.

Tabelle 4. Tagesgang der Sonnenstrahlung in Davos nach Jahresmitteln

	6	7	8	9 Uhr
Gesamtstrahlung in g-Kal.	1,106	1,141	1,217	1,315
Helligkeit in 10^3 MK.	90,4	109,1	115,4	132,4
Blauviolette Str. in 10^3 MK ..	1233	1209	1124	1548
Ultraviolette Strahlung.	16,1	30,3	43,4	59,7
	10	11	12	13 Uhr
Gesamtstrahlung in Gr.-Cal.	1,324	1,372	1,384	1,360
Helligkeit in 10^3 MK.	132,3	139,8	141,0	139,5
Blauviolette Str. in 10^3 MK ..	1518	1659	1706	1687
Ultraviolette Strahlung.	58,6	66,9	69,7	70,1
	14	15	16	17
Gesamtstrahlung in g-Kal. ..	1,311	1,208	1,206	1,094
Helligkeit in 10^3 MK.	133,3	121,9	120,6	106,4
Blauviolette Str. in 10^3 MK .	1510	1306	1341	922
Ultraviolette Strahlung.	58,9	41,9	38,8	24,4
				18 Uhr
				18,6

Tabelle 5. Jahresgang der Sonnenstrahlung um 12 Uhr mittags in Davos

	Januar	Februar	März	April
Gesamtstrahlung in g-Kal.	1,334	1,408	1,437	1,444
Helligkeit in 10 ³ MK.	116,7	128,0	147,8	150,3
Blauviolette Str. in 10 ³ MK ..	1121	1594	1917	—
Ultraviolette Strahlung.	13,2	20,0	32,9	52,2
	Mai	Juni	Juli	August
Gesamtstrahlung in g-Kal.	1,418	1,398	1,338	1,388
Helligkeit in 10 ³ MK.	160,8	153,6	155,0	153,0
Blauviolette Str. in 10 ³ MK ..	2675	2129	—	2764
Ultraviolette Strahlung.	105,2	131,0	131,8	116,0
	September	Oktober	November	Dezember
Gesamtstrahlung in g-Kal.	1,404	1,398	1,329	1,308
Helligkeit in 10 ³ MK.	153,6	146,1	127,3	99,4
Blauviolette Str. in 10 ³ MK ..	1699	1473	1160	526
Ultraviolette Strahlung.	99,2	90,0	30,2	16,1

Tabelle 6. Kleinste meßbare Wellenlängen der Sonnenstrahlung in Davos

Tagesgang							
	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12 Uhr
in $\mu\mu$	317,6	310,8	307,0	305,3	305,0	303,3	302,3
	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19 Uhr
in $\mu\mu$	302,1	303,1	305,1	307,8	306,9	309,3	315,8
Jahresgang							
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
in $\mu\mu$	308,5	307,4	306,6	299,2	299,4	298,6	
	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
in $\mu\mu$	297,3	297,6	299,8	301,0	303,0	309,3	

In Tabelle 4 ist der Tagesgang der Sonnenstrahlung in Davos dargestellt. Die Wärmewirkung wächst von 6 Uhr morgens bis zum Mittag etwa um 38%, die gesamte Helligkeit um etwa 57%, die ultraviolette Strahlung etwa auf das Vierfache. Die Werte für die blauviolette Strahlung sind vielleicht nicht so verlässlich. Sie sind, in Meterkerzen ausgedrückt, um so viel höher als die der Gesamthelligkeit, weil die Normalkerze nur sehr wenig blauviolett Licht ausstrahlt.

Im Jahresgang der Strahlung (Tabelle 5) sind ähnliche Unterschiede vorhanden: die ultraviolette Strahlung nimmt vom Winter zum Sommer um viel mehr zu als die Helligkeit und die Wärmestrahlung. In letzterer findet man die Maxima im April und September, offenbar wegen stärkerer Trübung und größeren Dampfgehalts im Sommer. Auf die ultraviolette Strahlung ist hauptsächlich die Sonnenhöhe von Einfluß (Maximum im Juni bis Juli).

Tabelle 6 gibt noch die kleinsten ultravioletten Wellen, die in Davos im Laufe des Tages und des Jahres gemessen werden konnten. In diesen Zahlen zeigt sich dasselbe Verhalten wie in den Reihen für ultraviolette Intensität der Tabellen 4 und 5, größte Durchlässigkeit bei höchstem Sonnenstand. Noch kürzere Wellen werden von der Atmosphäre ganz absorbiert.

Tabelle 7. Sonnenstrahlung nach Sonnenhöhen in Davos, in Prozenten der Strahlung bei 40° Sonnenhöhe

Sonnenhöhe	10°	15°	20°	25°	30°	35°
Gesamtstrahlung (Wärme).	79	85	88	92	96	98
Lichtstrahlung	52	67	76	85	92	98
Blauviolettstrahlung	36	39	48	64	77	84
Ultraviolettstrahlung	4	11	24	45	62	84

Sonnenhöhe	40°	45°	50°	55°	60°	65°
Gesamtstrahlung (Wärme).	100	101	102	102	103	103
Lichtstrahlung	100	102	104	105	105	109
Blauviolette Strahlung	100	111	127	134	128	112
Ultraviolette Strahlung	100	129	141	173	183	197

Um den Einfluß der Sonnenhöhe auf die Sonnenstrahlung deutlich zu machen, ist noch in Tabelle 7 die Strahlung in Davos für verschiedene Sonnenhöhen in Prozenten der Strahlung bei 40° Sonnenhöhe dargestellt. Man sieht deutlich, daß die Sonnenhöhe eine um so größere Rolle spielt, je kürzer die Wellenlängen sind. Während die Wärmestrahlung, die hauptsächlich von Gelb bis ins Ultrarot wirksam ist, bei 10° Sonnenhöhe 79% des Wertes von 40° Sonnenhöhe aufweist, hat die gesamte sichtbare Strahlung dort nur 52, die blauviolette nur 36 und die ultraviolette gar nur 4% derselben. Je dicker die durchsetzte Atmosphäre ist, um so mehr geht im kurzwelligen Teil des Spektrums verloren.

In dem noch südlicher als Davos gelegenen Schweizer Kurort Agra bei Lugano wurden vor kurzem von R. SÜRING ausgedehnte Messungen der Sonnenstrahlung ausgeführt. Außer der Gesamtstrahlung wurde kalorimetrisch auch die rote und ultrarote Sonnenstrahlung von 0,6 bis 2 μ (mit rotem Glasfilter) gemessen, ferner die ultraviolette Strahlung mit der Cadmiumzelle.

Die Rotstrahlung nimmt rund sieben Zehntel der gesamten Wärmestrahlung ein. Wie in Davos sind die Tagesschwankungen der Ultraviolettstrahlung sehr groß gegen die der Wärmestrahlung. Im Jahresgang tritt in Agra deutlich die Sommerdepression hervor, die maximalen Mittagswerte der Wärmestrahlung liegen im April und Oktober, die der ultravioletten Strahlung im Mai und September.⁵

Bildet man die Differenzen zwischen der Gesamtstrahlung und der Rotstrahlung im Tagesgang, so erhält man die Intensität der übrigen, hauptsächlich der sichtbaren Spektralbezirke, von Gelb bis Violett. Sie weisen eine sehr starke Zunahme gegen Mittag und Abnahme zum Abend auf.

Strahlung < 0,6 μ						
6	8	10	12	14	16	18 Uhr
0,18	0,37	0,46	0,49	0,43	0,34	0,16 g-Kal.

Das Verhältnis der Rotstrahlung von Mittag zu dem Wert von 6 Uhr ist 1,5, das der kurzwelligen Strahlung 2,7, das der ultravioletten 17.

Tabelle 8 zeigt den Einfluß der Witterung auf die Ultraviolettstrahlung. Bei Föhn, einem von den Bergen im Norden herabsteigenden Wind, der die Luft klärt, ist sie am stärksten, bei normalen Windverhältnissen geringer, bei deutlichem Dunst am geringsten.

Tabelle 8. Abhängigkeit der Ultraviolettstrahlung von der Witterung in Agra (Sommer)

Sonnenhöhe	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55°
Föhn	7,2	19,4	40,0	68,9	104,4	137,0	170,8	202,6	232,8	255,0
Tageswind ..	5,2	14,2	29,5	50,9	79,2	112,7	148,3	182,0	212,8	236,4
Dunst	4,8	10,0	19,8	37,2	59,5	86,8	116,8	145,3	173,3	200,6

Zur Beurteilung der Verhältnisse in höheren Breiten schließen wir noch Messungsergebnisse vom Ostseebad Kolberg an, die mit Filtern für verschiedene Wellenbereiche gewonnen wurden. Die Kenntnis der Werte bei bestimmten Sonnenhöhen läßt leicht einen Schluß auf den täglichen und jährlichen Verlauf zu (Tabelle 9).

Tabelle 9. Sonnenstrahlung in Abhängigkeit von der Sonnenhöhe in verschiedenen Wellenbereichen in Kolberg

Sonnenhöhe	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°	
1) Gesamtstrahlung, g-Kal.	0,445	0,637	0,802	0,913	1,033	1,118	1,171	
2) Rotstrahlung in Proz. von 1)	—	65,4	59,5	—	54,4	—	—	
3) Blaustrahlung in Proz. von 1) ...	—	20,1	20,1	—	19,8	—	—	
Kalium- zelle {								relative Einheiten
4) > 500 μ	4	6,8	10,0	12,3	15,5	17,2	18,4	
5) > 400 μ	5,2	12,5	18,7	23,6	32,0	36,6	40,0	
6) < 400 μ	3	7,0	12,2	16,7	26,6	33,7	38,8	
7) Zinkzelle, ultraviolett	—	4	12	22	56	78	—	

Außer den kalorimetrisch bestimmten Reihen 1, 2 und 3 der Tabelle wurde von K. KÄHLER in Kolberg auch noch die Kalium- und die Zinkzelle verwendet, erstere mit Filtern, welche das blauviolette Gebiet in drei Teile trennten. Die Ergebnisse sind denen von Davos und Agra analog, die Absolutwerte freilich, der nördlicheren und tieferen Lage entsprechend, geringer.

3. Messungen von Sonnen- und Himmelsstrahlung zusammen

Eine horizontale Fläche wird von den Strahlen der Sonne und des Himmels gemeinsam getroffen; diese Bestrahlung wurde nach verschiedenen Methoden gemessen, aber wohl viel seltener als die der Sonne allein. Die kalorimetrischen Messungen (mit ANGSTRÖMS Pyranometer) stammen erst aus jüngster Zeit, die Photometerbeobachtungen der Ortshelligkeit sind bedeutend älter. Wir geben im folgenden einige Messungsergebnisse von den wenigen Beobachtungsorten wieder.

In Washington wurde die Tagessumme der auf eine horizontale Fläche einfallenden Strahlung kalorimetrisch bestimmt. Ein Sommertag empfängt dort rund dreimal so viel Wärme wie ein Wintertag.

Analoge Beobachtungen sind in Davos gemacht worden, wobei nur verhältnismäßig kurzweilige Wärmestraahlen gemessen wurden (vgl. ANGSTRÖMS Instrument). Sie geben für die Stunde 6 bis 7 Uhr etwa 3000 g-Kal. im Jahre, für die Mittagsstunde etwa 20000, also fast siebenmal so viel Wärme um diese Zeit als am Morgen.

Tabelle 10. Maximale Monatssummen bei wolkenlosem Himmel in Davos

	1920/21	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
S		4270	6520	11140	16080	19890	20430	g-Kal.
H in Proz. von S.		55,9	54,0	40,6	27,6	18,4	33,6	
	1920/21	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
S		20020	17930	13290	8860	4910	3630	g-Kal.
H in Proz. von S		23,0	25,5	18,0	43,7	23,6	44,8	

Die maximalen Monatssummen (Tabelle 10) der Sonnenstrahlung (S) und Himmelsstrahlung (H) zusammen konnten, durch Vergleich mit früher gemachten Messungen der Sonnenstrahlung allein, getrennt werden; damit ergab sich die Himmelsstrahlung H auch allein. Vergleicht man sie mit den Werten S, so ist im Winter H rund halb so groß wie S, im Sommer etwa nur ein Viertel bis ein Fünftel von S (H in Prozent von S). Die Himmelsstrahlung spielt also in der Gesamtstrahlung im Winter eine bedeutend größere Rolle als im Sommer, was mit dem Sonnenstande zusammenhängt. Je niedriger die Sonne steht, um so mehr verliert das direkte Sonnenlicht an Intensität beim Durchsetzen der Atmosphäre; das in der Atmosphäre zerstreute Sonnenlicht erscheint nun als diffuses Himmelslicht und darum ist dieses um so stärker gegenüber dem Sonnenlicht, je tiefer die Sonne steht.

Die photometrischen Messungen der Sonnen- und Himmelsstrahlung zusammen wurden von WEBER in Kiel begonnen (Tageslicht). Die Ortshelligkeit um Mittag entsprach dort im Jahresmittel einer Beleuchtung von 59000 Meterkerzen in Grün, von 16000 Meterkerzen in Rot. Die jährliche Periode des Tageslichtes zu Mittag ist sehr groß; der Wert des Juli ist rund zehnmal so groß als der des Dezember (Juli 26000 Meterkerzen in Rot, 100000 Meterkerzen in Grün, Dezember 2500 Meterkerzen in Rot, 9000 Meterkerzen in Grün). Werden diese Rot- und Grünmessungen auf das gesamte Tageslicht reduziert, so ergibt sich die Gesamthelligkeit um Mittag; sie ist in Tabelle 11 außer für Kiel auch für Kolberg und Davos für die einzelnen Monate angegeben.

Tabelle 11. Photometrische Ortshelligkeit um Mittag in 10^3 MK
(S + H)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
Kiel 1908/10.....	7,7	15,6	27,4	40,5	46,8	55,9	
Kolberg 1914/15 ...	9,7	19,2	27,0	59,1	57,2	67,8	
Davos 1908/10.....	45,9	61,3	95,8	112,4	117,0	112,7	
	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Kiel 1908/10.....	54,4	44,8	44,5	24,0	14,4	7,1	31,9
Kolberg 1914/15 ...	72,0	58,9	45,4	19,8	9,7	8,4	37,8
Davos 1908/10.....	99,8	102,4	84,7	72,6	45,1	38,2	82,3

Die Ortshelligkeit ist in dem südlichen und hoch gelegenen Davos namentlich im Winter ganz bedeutend stärker als an der Nordküste Deutschlands.

Die Gesamtsummen des Lichtes über alle Tage jedes Monats sind in Davos im Sommer rund fünfmal größer als im Winter, in Kolberg ist das Verhältnis noch bedeutend größer, weil dortselbst die winterliche Bewölkung bedeutender ist als die sommerliche.

Für den Kurort Davos sind schließlich noch die photometrischen Tageslichtmessungen im Tagesgang und Jahresgang angeführt (Tabelle 12) und zwar nur für wolkenlose Tage.

Tabelle 12. Photometrische Ortshelligkeit von Sonne (S) und Himmel (H) in Davos in 10^3 MK an wolkenlosen Tagen

	Tagesgang						
	6	8	10	12	14	16	18 Uhr
S	23,6	56,1	79,6	96,5	79,4	59,7	27,0
H	6,9	8,3	10,2	11,6	9,7	8,4	3,8

Jahresgang um 12 Uhr mittags						
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
S	43,7	64,0	97,0	120,0	142,0	140,3
H	9,4	11,2	13,4	13,7	15,2	15,8
	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
S	140,5	128,3	110,5	83,8	53,8	34,0
H	18,0	8,4	7,8	6,5	10,0	9,2

Die Beleuchtung einer horizontalen Fläche durch die Sonne (S) ist von der Beleuchtung durch den Himmel (H) getrennt angegeben, wodurch man deren Einfluß auf die gesamte Ortshelligkeit beurteilen kann. Zu Mittag ist im Jahresdurchschnitt die von der Sonne bewirkte Beleuchtung einer horizontalen Fläche rund neunmal so groß als die vom Himmel herrührende. Am Morgen und Abend ist das Verhältnis kleiner. Die Gesamtbeleuchtung (S + H) beträgt am Morgen und Abend 30000 bis 50000 Meterkerzen, um Mittag 100000 bis 110000 Meterkerzen. Die Veränderung von H im Laufe des Tages ist nicht gar groß.

Der Jahresgang von S und H um 12 Uhr mittags zeigt im Sommer ein Verhältnis S:H von etwa 9, im Winter von etwa 4.

Die photographisch wirksame Ortshelligkeit, von Sonne und Himmel verursacht, wurde gleichfalls in Davos gemessen und sei daher hier in den Hauptergebnissen angeschlossen: Wenn auch die Reduktion auf Meterkerzen nicht sehr verlässlich ist, so sind doch jedenfalls die in Tabelle 13 angegebenen Werte untereinander vergleichbar.

Tabelle 13. Photographische Ortshelligkeit von Sonne (S) und Himmel (H) in Davos in 10^3 MK an wolkenlosen Tagen

Tagesgang							
	6	8	10	12	14	16	18 Uhr
S	328	551	951	1183	934	657	13
H	220	331	342	428	362	366	20
Jahresgang um 12 Uhr mittags							
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	
S + H	528	893	1199	1337	1453	1270	
	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	
S + H	1252	1089	1157	764	586	428	

Im Tagesgang haben wir S und H getrennt angeführt. Hier sieht man, daß die photographisch wirksame (blauviolette) Strahlung des Himmels am Morgen fast so groß ist wie die der Sonne, ja sie am Abend sogar übertrifft, während zu Mittag S etwa zweieinhalb bis dreimal größer ist als H. Im Vergleich zu der optischen Strahlung (Tabelle 12) gibt also in der photographischen H bedeutend mehr aus, was wegen der Bläue des Himmels ja auch selbstverständlich ist. Je kürzer die Wellenlängen sind, um so größere Bedeutung nimmt die Himmelsstrahlung gegenüber der Sonnenstrahlung an, weil gerade die kurzen Wellen der Sonnenstrahlung durch die Atmosphäre zerstreut werden und das diffuse Himmelslicht bilden. Im Jahresgang der photographischen Ortshelligkeit sind aus diesem Grunde die Unterschiede zwischen Winter und Sommer auch geringer als im Jahresgang der photometrischen Ortshelligkeit.

Von den übrigen photochemischen Messungen der Ortshelligkeit wollen wir nur wenig noch anführen. WIESNER maß in verschiedenen Seehöhen

und fand z. B. auf seiner nordamerikanischen Reise folgende Werte in relativen Einheiten bei einer Sonnenhöhe von etwa 53° .

Atlantischer Ozean	Seehöhe	0 m	$S+H = 1,063$
St. Paul		230	1,000
Bismarck		515	1,054
Livingstone		1367	1,280
Mammoth Hot Springs.....		1946	1,420
Norris		2212	1,666
Canon		2350	1,582
Old Faithful		2245	1,923

Die Intensität wächst mit der Seehöhe bedeutend.

Vor kurzem hat C. DORNO an einer größeren Zahl europäischer Stationen Messungen von photochemischen Lichtsummen mit dem Graukeilphotometer veranlaßt. Sie sind nicht recht verläßlich, betrachtet man aber wesentlich die zeitlichen Veränderungen an einem Orte, so sind die Ergebnisse als Relativwerte doch brauchbar.

Im allgemeinen ergibt sich deutlich die Strahlungszunahme vom Winter zum Sommer, und zwar in südlicheren Gegenden auf etwa den fünffachen, in nördlicheren Gegenden auf etwa den zehnfachen Wert, ferner die Abnahme der Lichtsummen mit der geographischen Breite. Einzelne Werte passen schlecht unter die anderen, ihnen darf kein Vertrauen geschenkt werden. Immerhin können die Beobachtungen, die ja nur ein Jahr umfassen, doch zur Orientierung über die ungefähre Verteilung der photochemisch wirksamen Lichtsummen in Europa dienen.

Auf photoelektrischem Wege hat vor kurzem GÖTZ in Arosa die Intensität des ultravioletten Oberlichtes gemessen, und zwar mit der Kadmiumzelle. Die Werte dieser Intensität, welche die Sonnen- und Himmelsstrahlung vereinigt, hängen hauptsächlich von der Sonnenhöhe ab. Er fand z. B. in den Monaten Juli-August bei Sonnenhöhe 10° : den Wert 21,1, bei 20° : 86,3, bei 30° : 188, bei 40° : 316, bei 50° : 474, bei 60° : 637. Dabei ist der Anteil der Himmelsstrahlung dem der Sonnenstrahlung angenähert gleich, mitunter — bei niedrigem Sonnenstand — sogar größer. Diese Beobachtungen verdienen eine ausgebreitete Fortsetzung an verschiedenen Orten und in verschiedener Höhenlage, da sie für biologische Erscheinungen wohl besonders wertvoll sind.

4. Vorderlichtmessungen

Die Beleuchtung einer vertikal stehenden Fläche durch Sonne und Himmel, bzw. Himmel allein ist auf photometrischem und photochemischem Wege gemessen worden. Dabei wurde das Vorderlicht (Beleuchtung der vertikalen Fläche) nach verschiedenen Richtungen mit dem Oberlicht (Beleuchtung der horizontalen Fläche) verglichen, d. h. das Vorderlicht in Einheiten des Oberlichtes angegeben. Als südliches Vorderlicht wird jenes bezeichnet, welches auf eine gegen die Sonnenstrahlen gestellte Fläche auffällt, als nördliches das entgegengesetzte, als östliches und westliches dasjenige links und rechts unter 90° Abstand vom südlichen.

Das südliche Vorderlicht ist nach Messungen in Kiel bei niederem Sonnenstand und bei Sonnenschein zwei bis dreimal stärker als das Oberlicht, das Vorderlicht gegen die anderen drei Richtungen hingegen stets schwächer als das Oberlicht. Im Mittel ist das südliche Vorderlicht etwa sechsmal so stark wie das andere.

Bei bewölktem Himmel werden die Vorderlichtintensitäten nach verschiedenen Richtungen ziemlich gleich und stets wesentlich schwächer als das Oberlicht. Werden die Relativwerte auf Meterkerzen umgerechnet, so ergibt sich im Mittel der vier Vorderlichtwerte folgende Kerzenstärke:

Mittleres Vorderlicht in MK in Kiel

Sonnenhöhe	15°	25°	35°	45°	55°	Mittel
bei Sonnenschein	17830	18470	18420	16090	13360	16840
bei bewölktem Himmel	2740	5080	4660	6520	8360	5470

Die photochemischen Vorderlichtmessungen ergaben nach WIESNERS Methode folgende Werte in Wien und der Adventbai (78° 12' n. Br.):

	Wien	Adventbai
Oberlicht	6,57	3,74
Vorderlicht nach Norden	1	1
„ „ Süden	3,30	3,08
„ „ Osten	2,32	2,00
„ „ Westen	2,25	2,00

Als Einheit ist hier das nördliche Vorderlicht verwendet. Die Zahlen sind Durchschnittswerte für verschiedene Sonnenhöhen.

In letzter Zeit hat man auch begonnen, das „Unterlicht“ zu messen, d. h. die Beleuchtung einer horizontal aufgestellten Fläche vom Boden her. Diese Messung kommt hauptsächlich für die Bestrahlung einer Fläche durch die Schneeunterlage in Betracht.

5. Nächtliche Ausstrahlung der Erdoberfläche

Die Strahlung, welche die Erdoberfläche in klaren Nächten aussendet, wurde mehrfach gemessen. Sie beträgt pro Minute und Quadratcentimeter 0,1 bis 0,2 g-Kal., und zwar in der Niederung weniger (Wien 0,15, Zürich 0,13), in der Höhe mehr (Sonnblick 0,20). In Davos hat DORNO Summen der Ausstrahlung gebildet und sie monatsweise zu den von der Sonne und dem Himmel eingestrahnten Wärmemengen in Beziehung gesetzt.

Die Jahressumme der Einstrahlung beträgt in Davos 150,0 kg-Kal., die Jahressumme der Ausstrahlung 57,4 kg-Kal., so daß ein Überschuß an Einstrahlung im Betrag von 92,6 kg-Kal. verbleibt. Dabei beträgt die Bewölkung im Jahresdurchschnitt 46%, die absolute Feuchtigkeit 5,01 mm (Dampfdruck) und die Jahrestemperatur 4,0° C. Die mittlere Ausstrahlung in Davos hat den Wert von 0,189 g-Kal. pro Minute und Quadratcentimeter.

Die Monate November und Dezember weisen einen Strahlungsverlust auf, alle anderen Monate eine positive Bilanz.

Die positive Bilanz zwischen Ein- und Ausstrahlung bedeutet keine dauernde Wärmespeicherung; es kann allerdings ein Teil des Gewinnes im Boden aufgespeichert werden und in den Monaten, in denen die Temperatur des Bodens zunimmt, ist dies natürlich der Fall. Aber stets wird ein ziemlich bedeutender Anteil des Wärmegewinnes durch die Luft abgeführt, die sich am Boden erwärmt, ein anderer Teil auf die Verdunstung von Wasser aufgebraucht. Einzelne Messungen von HOMÉN in Finnland haben gezeigt, daß die Verluste durch Wärmeübertragung vom Boden an die Luft über Sandboden am stärksten sind, über Moor am geringsten. Der Sand wird sehr heiß und ist von Luft durchsetzt,

der Moorboden erwärmt sich der Feuchtigkeit wegen weniger. Granitfels gibt gleichfalls viel Wärme an die Luft ab. Bei ihm spielt aber ein Wärmeverlust durch Verdunstung gar keine Rolle, im Sand eine geringe, im Moorboden eine sehr große.

Die Wärmebilanz, die sonach von Einstrahlung, Ausstrahlung, Erwärmung der Luft und Verdunstung abhängt, ist eine recht verwickelte Erscheinung, welche für das Klima einer Gegend von der größten Bedeutung ist. Leider ist diese Bilanz bisher nur ganz unzureichend untersucht worden.

Der Effekt der Sonnenstrahlung und der Rückstrahlung auf die Temperatur der menschlichen Hautoberfläche hängt in ähnlicher Weise wie oben von der Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft und der Feuchtigkeit ab, weswegen die Wirkungen der Strahlung auf den Menschen voraussichtlich je nach Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen verschieden ausfallen können. Apparate zur Bestimmung dieser Verhältnisse, das Frigorimeter von THILENIUS und DORNO sowie das Katha-Thermometer von L. HILL wurden vor kurzem gebaut, doch sind noch keine allgemeinen Ergebnisse erzielt worden.

Die künstlichen Lichtquellen

Von

Fritz Hauer-Wien

Mit 29 Abbildungen und 22 Tabellen

Die künstlichen Lichtquellen lassen sich in zwei allerdings praktisch nicht scharf voneinander abgetrennte Gruppen teilen, nämlich die Temperatur- und die Luminiszenzstrahler. Unter den Temperaturstrahlern sind solche zu verstehen, bei denen die Emission ausschließlich auf die hohe Temperatur der leuchtenden Teile zurückzuführen ist, während bei der Luminiszenzstrahlung im allgemeinen Sinne andere Ursachen zur Lichtemission vorhanden sind, wie z. B. elektrische Vorgänge bei dem Leuchten der Gasentladungen oder Erregung durch irgendwelche Strahlen. Obwohl nun praktisch bei ein und derselben Lichtquelle Temperatur- und Luminiszenzstrahlung vorhanden sein können und es insbesondere bei der für die Zwecke der Strahlentherapie am meisten in Betracht kommenden Strahlenquelle, dem elektrischen Lichtbogen, auch tatsächlich sind, so verdient doch die Temperaturstrahlung besonders hervorgehoben zu werden, weil für sie derart einfache Gesetzmäßigkeiten gelten, daß die Intensität des emittierten Lichtes in ihrer Abhängigkeit von

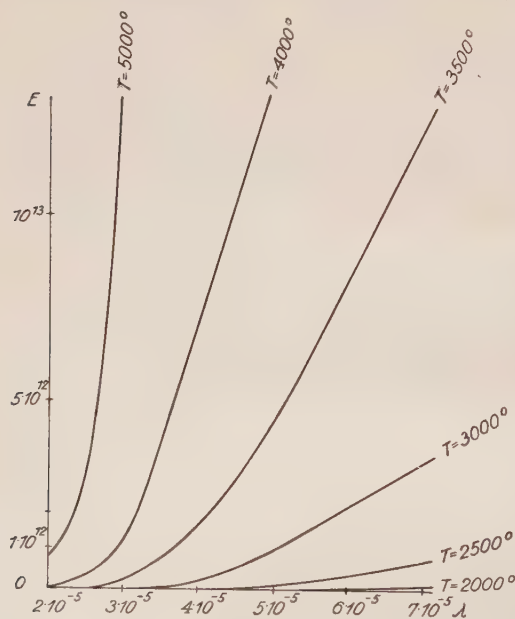


Abb. 1. Strahlungsintensität verschieden heißer Temperaturstrahler in Abhängigkeit von der Wellenlänge

der Wellenlänge angegeben werden kann, wenn die Temperatur des strahlenden Körpers bekannt ist.

Temperaturstrahler

Für einen schwarzen Körper, d. h. für einen Körper der alle auffallenden Lichtstrahlen absorbiert, ist nach dem WIEN-PLANCKschen Gesetz die von einem Quadratcentimeter der leuchtenden Oberfläche in einer Sekunde emittierte Strahlungsenergie in Abhängigkeit von Temperatur (T) und Wellenlänge (λ) gegeben durch den Ausdruck

$$E_{\lambda, T} d\lambda = \frac{5,9 \cdot 10^{-6}}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{1,46}{\lambda T}}} d\lambda$$

dabei bedeutet $E_{\lambda, T} \times d\lambda$ die innerhalb des Wellenlängenbereiches λ bis $\lambda + d\lambda$ emittierte Energie (in Erg), wenn λ in Zentimeter und die Temperatur in absolutem Maße (Celsiustemperatur + 273) gemessen wird. Die Tabelle 1 gibt die Intensität $E_{\lambda, T}$ auf Grund dieses Gesetzes berechnet:

Tabelle 1

		$T = 5000$	$T = 4000$	$T = 3500$	$T = 3000$	$T = 2500$	$T = 2000$
	λ	$E_{\lambda, T}$	$E_{\lambda, T}$	$E_{\lambda, T}$	$E_{\lambda, T}$	$E_{\lambda, T}$	$E_{\lambda, T}$
Rot	$7,10^{-5}$	$5,50 \cdot 10^{13}$	$1,92 \cdot 10^{13}$	$1,14 \cdot 10^{12}$	$3,36 \cdot 10^{12}$	$8,36 \cdot 10^{11}$	$10,6 \cdot 10^{10}$
Orange	$6,10^{-5}$	$5,88 \cdot 10^{13}$	$1,73 \cdot 10^{13}$	$7,43 \cdot 10^{12}$	$2,28 \cdot 10^{12}$	$4,5 \cdot 10^{11}$	$3,95 \cdot 10^{10}$
Grün	$5,10^{-5}$	$5,51 \cdot 10^{13}$	$1,28 \cdot 10^{13}$	$4,49 \cdot 10^{12}$	$1,12 \cdot 10^{12}$	$1,6 \cdot 10^{11}$	$8,62 \cdot 10^9$
Violett	$4,10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{13}$	$6,28 \cdot 10^{12}$	$1,70 \cdot 10^{12}$	$3,0 \cdot 10^{11}$	$2,36 \cdot 10^{10}$	$6,83 \cdot 10^8$
Ultraviolett {	$3,10^{-5}$	$1,44 \cdot 10^{13}$	$1,26 \cdot 10^{12}$	$2,22 \cdot 10^{11}$	$2,75 \cdot 10^{10}$	$8,53 \cdot 10^8$	$6,57 \cdot 10^6$
	$2,10^{-5}$	$0,841 \cdot 10^{12}$	$2,19 \cdot 10^{10}$	$1,61 \cdot 10^9$	$4,99 \cdot 10^7$	$3,84 \cdot 10^5$	$2,59 \cdot 10^2$

Die Fig. 1 zeigt diese Werte in graphischer Darstellung; dabei bedeutet die Ordinate die Intensität in Erg und die Abszisse die Wellenlängen in Zentimeter vom Ultraviolett bis zum Rot. Die Zahlen und Kurven zeigen die starke Abhängigkeit der Intensität im ganzen Spektrum von der Wellenlänge für Temperaturen von 5000° , 4000° , 3500° , 3000° und 2500° abwärts. Besonders fällt der starke Abfall im kurzwelligen Teil auf, der fast einem Abreißen des Spektrums bei einer bestimmten Wellenlänge zu entsprechen scheint; dieses Abreißen ist allerdings zum Teil durch die Darstellung vorgetäuscht und eine Änderung im Maßstabe der Abszisse, die also eine Erhöhung oder Senkung aller Kurven bewirkte, würde auch dieses scheinbare Ende des Spektrums nach anderen Wellenlängen verrücken. Aus analogen Gründen sind auch Photographien derartiger Spektren sehr unsichere Angaben, denn das „Ende“ des Spektrums richtet sich dabei ganz nach der Expositionszeit.

Um den für die Lichttherapie wichtigen Unterschied der verschiedenen temperierten Lichtquellen an kurzwelligem Licht zu erkennen, empfiehlt sich am besten eine Darstellung, bei der man

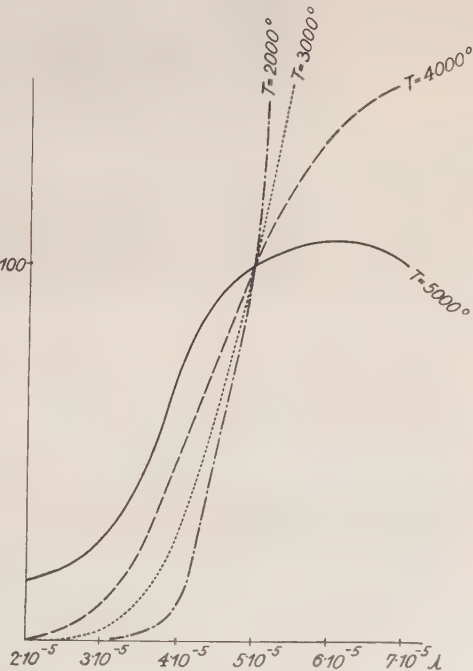


Abb. 2. Intensitätsverteilung in den Spektren verschieden heißer Temperaturstrahler bei gleicher Intensität im Grün

sich die Intensität der einzelnen Lichtquellen (durch Vergrößerung der leuchtenden Fläche, also etwa durch Einschalten von mehr Lampen) so gesteigert denkt, daß sie für eine bestimmte Stelle im sichtbaren Teil des Spektrums etwa für das Grün von der Wellenlänge $500 \mu\mu$ gleich ist. Der weitere Verlauf der Kurven gegen den kurzwelligen Teil des Spektrums zeigt dann, wie verschieden der relative Anteil an Ultraviolett in den verschiedenen temperierten Strahlen ist. Abb. 2 gibt diese Darstellung für die Temperaturen von 5000° , 4000° , 3000° und 2000° wieder.

Aus dieser Darstellung geht deutlich hervor, daß Temperaturstrahler erst bei einer Temperatur von etwa 4000° reich an Ultraviolett sind.

Glühlampen

Bei den gewöhnlichen Glühlampen leuchtet ein in einer evakuierten Glasbirne angebrachter, meist aus Wolfram bestehender Glühfaden bei einer Fadentemperatur von etwa 2000° , einer Temperatur, bei der nach dem oben Gesagten

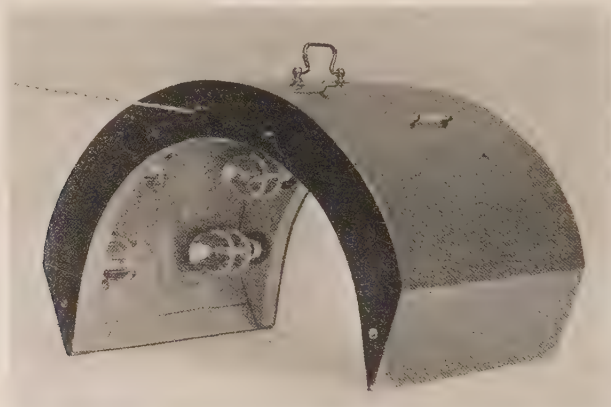


Abb. 3. Rumpflichtbad

eine wesentliche Ultraviolettmission noch nicht stattfindet; diese Lampen geben also nur sichtbares und noch längerwelliges (ultrarotes) Licht, das sich im wesentlichen bei Bestrahlungen nur durch seine Wärmewirkung bemerkbar macht. Eine Steigerung der Glühtemperatur durch Steigerung der Stromstärke der Lampe ist ohne weiteres nicht möglich, weil der Faden bei höherer Temperatur stark zerstäubt. Bringt man jedoch den Faden nicht ins Vakuum, sondern füllt das Gefäß mit einem indifferenten Gas, wie Stickstoff oder Argon, so wird dadurch die Zerstäubung des Fadens so weit hintangehalten, daß die Temperatur auf 2500° , ja vorübergehend sogar auf 3000° gesteigert werden kann. Dabei ist eine derartige Lampe eine viel ökonomischere Lichtquelle, trotzdem die Verluste durch Wärmeleitung größer sind als bei der Vakuumlampe, weil die Emission an sichtbarem Licht im Verhältnis zu der im Ultrarot wesentlich größer ist; der Verbrauch an elektrischer Energie beträgt bei ihr in günstigen Fällen nur $\frac{1}{2}$ Watt pro Kerze, gegen etwas über ein Watt bei den andern Lampen; allerdings ist die Brenndauer etwas geringer. Als Ultraviolettquellen kommen also auch diese Lampen nicht in Betracht. Ihre Wärmewirkung kann wesentlich gesteigert werden, wenn mehrere Lampen in einem dem zu erwärmenden

Körperteil entsprechend geformten Gehäuse angebracht sind; in dieser Anordnung bezeichnet man die Bestrahlung als Lichtbad.

Abb. 3 zeigt ein solches Rumpflichtbad, bestehend aus einem leichten halbzylinderförmigen Gestell, montiert mit zwölf Glühlampen. Dasselbe wird über den im Bett liegenden Patienten gelegt und durch eine wollene Decke abgedichtet.

Abb. 4 zeigt eine größere Einrichtung der Veifawerke A. G. in Frankfurt a. M., die als Lichtvollbad dient; sie besteht aus einem einfachen, achteckigen, in zwei Hälften zerlegbaren Weichholzkasten von 1,20 m Durchmesser und 1,40 m

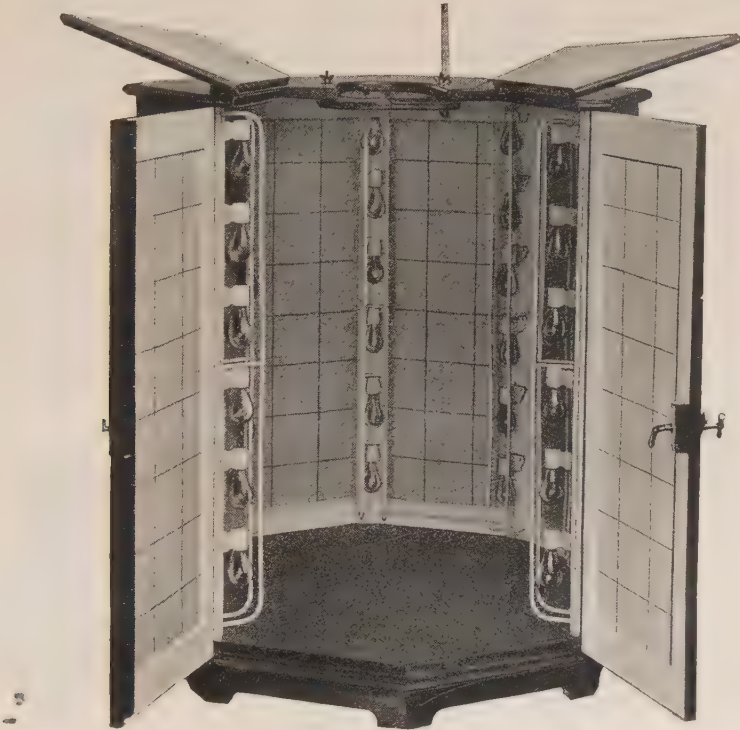


Abb. 4. Lichtvollbad

Höhe, das Innere ist mit weißen, kachelartigen Blechplatten belegt und enthält 42 Glühlampen zu 16 Kerzen.

Eine besonders ausgestaltete Type der gasgefüllten Glühlampen stellt die Spektrosolbestrahlungslampe dar (Abb. 5).

Der Glühdraht ist, wie bei den meisten gasgefüllten Lampen, in einer dünnen Spirale gewickelt, die aber hier ziemliche Ausdehnung hat, um dadurch eine möglichst gleichmäßige Bestrahlung auch größerer Körperpartien zu ermöglichen. Die Leuchtkraft beträgt 1000 Kerzen, bei einem Energieverbrauch von 5 Hektowatt. Die Firma REINIGER, GEBBERT und SCHALL stellt die Lampe in drei verschiedenen Montierungen her, in einer der Höhe nach verstellbaren Aufhängevorrichtung, oder in ein zusammenklappbares Holzgestell eingebaut (nach WINTZ), oder an einem Stativ verstellbar befestigt (nach Dr. ARNOLD, Abb. 5). Bei allen drei Anordnungen ist natürlich hinter der Lampe ein Reflektor zur Konzentration des Lichtes angebracht.

Eine weitere Type gasgefüllter Lampen stellt die Solluxlampe der Quarz-lampengesellschaft dar. Sie wird in zwei verschiedenen großen Ausführungsformen gebaut, die große nach Dr. OEKEN und die kleinere nach Dr. CEMACH. Die große Ausführungsform (Abb. 6) enthält eine Halbwattlampe von 2000 Kerzen mit einem parabolischen Reflektor aus vernickeltem Messingblech. Die Lampe ist gegenüber dem Reflektor verstellbar, so daß das an demselben zurückgeworfene

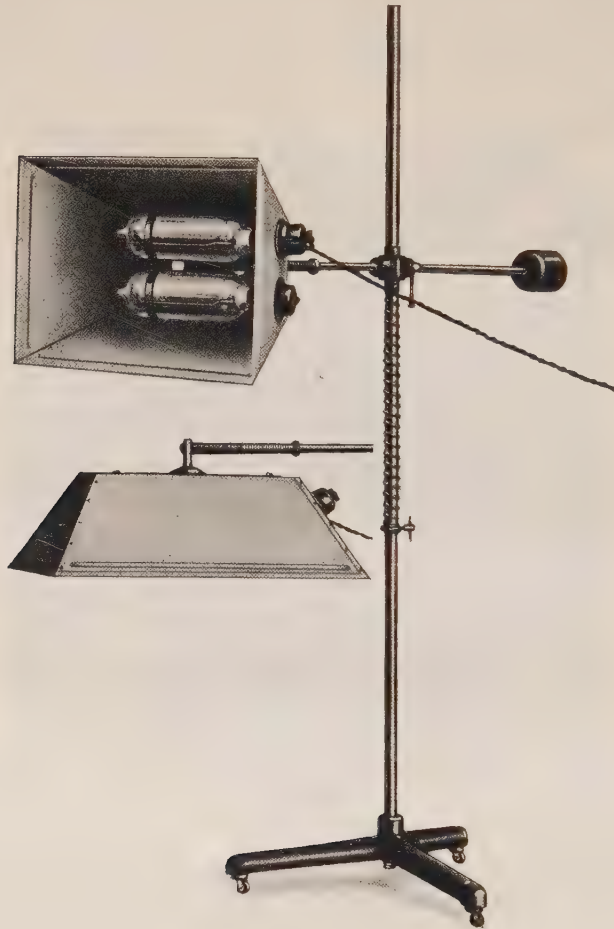


Abb. 5. Spektrosolbestrahlungs-lampe

Lichtbündel nach Bedarf mehr oder weniger konzentriert werden kann. Der konische Ansatz des Reflektors ergibt noch eine weitere Konzentration des Lichtes und ermöglicht gleichzeitig das Befestigen passender Lichtfilter. Das Stativ gestattet, die Lampe in jeder beliebigen Richtung einzustellen und mit dem am Fuß des Stativs befindlichen Vorschaltwiderstand kann die Intensität der Lampe variiert werden. Abb. 7 zeigt eine Solluxlampe mit Paraboloid-reflektor ohne weitere Konzentration zur Oberflächenbestrahlung.

Die kleinere Ausführungsform hat 600 Kerzen (demnach 3 Hektowatt Energieverbrauch) und ein kleineres, tragbares Stativ.

Der Energieverbrauch sinkt bei solchen Lampen nach den ersten Minuten des Einbrennens und Erwärmens ein wenig; er war z. B. nach Messungen von HÖRNICKE an einer Fervosollampe in den ersten fünf Minuten nach dem Einschalten 0,62 Kilowatt pro Stunde und sank dann auf 0,47, welchen Wert er konstant beibehielt. Wurde zwei Minuten nach dem Auslöschten wieder gezündet, so war die Konstanz schon in der zweiten Minute erzielt.

Gelegentlich hat man auch versucht, zur Steigerung der Leuchtkraft Lampen mit einem dicken Wolframdraht zu bauen, der bei etwa 6 Amp. Heizstrom in

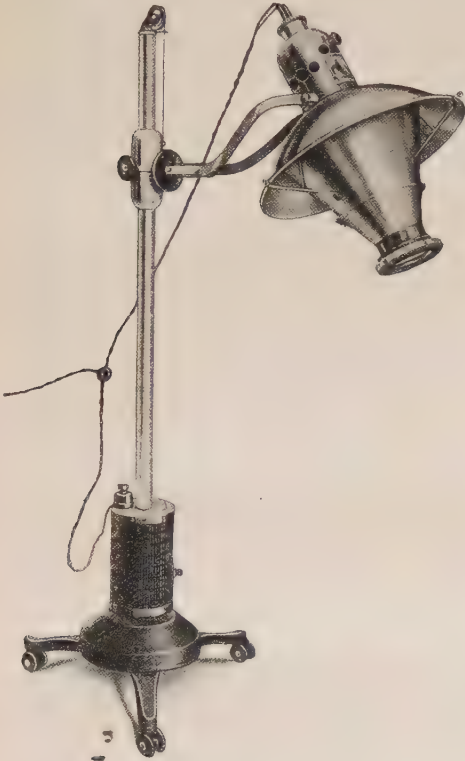


Abb. 6. Solluxlampe nach Dr. Oeken



Abb. 7. Solluxlampe mit Paraboloidreflektor zur Oberflächenbestrahlung

heller Weißglut strahlt; wesentliche Intensitäten an Ultraviolett können aber mit keiner dieser Lampen erzielt werden, da das Wolfram Temperaturen über 3000° nicht erträgt und bei diesen Temperaturen nach dem oben über die Temperaturstrahlung Gesagten eine genügende Ultraviolettmission nicht erwartet werden kann.

Der elektrische Lichtbogen

Beim elektrischen Lichtbogen, wie er gewöhnlich zwischen Kohleelektroden erzeugt wird, hat man vor allem drei strahlende Teile zu unterscheiden, die mit dem positiven Pol verbundene Kohle (die Anode A in Abb. 8), die mit dem negativen Pol verbundene (die Kathode K) und das zwischen denselben befindliche, den elektrischen Strom leitende Gas. Beide Kohlen brennen während des Stromdurchganges allmählich ab, die positive aber etwa doppelt so rasch, weshalb

sie entsprechend dicker gewählt wird. An der Spitze der positiven Kohle bildet sich eine hell leuchtende Aushöhlung, der positive Krater. Er stellt den am meisten strahlenden Teil dar, ein Temperaturstrahler von über 4000°C , und liefert demnach ein kontinuierliches, ultraviolettreiches Spektrum. Die negative Kohle hat eine etwas weniger hohe Temperatur und die von der positiven Seite herfallenden glühenden Kohleteilchen bilden auf ihr einen spitz zulaufenden Kegel. Auch sie sendet ein kontinuierliches Spektrum aus, das aber weit weniger intensiv ist als das des positiven Kraters. In dem leitenden Gas selbst sind drei Teile zu unterscheiden, eine zentrale, violett leuchtende Partie (a), umschlossen von einer dunkleren Zone (b) und um diese herum eine flammenartige, grünlich leuchtende Zone, die Aureole (c). Im Gegensatz zu den leuchtenden Kohlen spitzen sendet das Gas, wie immer, ein aus Banden und Linien zusammengesetztes, also diskontinuierliches Spektrum aus. Seine Zusammensetzung hängt stark von Verunreinigungen der Kohle oder absichtlich in den Bogen hinein gebrachten Stoffen ab, deren Emissionsspektren dabei ausgestrahlt werden. Speziell in der Aureole findet man nach HAGENBACH das Spektrum des Bor, das als Verunreinigung der Kohle meist vorhanden, und die Oxydspektren der vorhandenen Metalle.

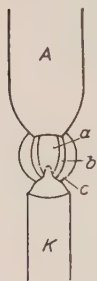


Abb. 8. Die einzelnen Teile des Kohlenbogens
A Anode, K Kathode, a leuchtender Kern, b dunkle Zone, c Aureole

Der Lichtbogen ist eine selbständige Entladung, d. h. durch den Vorgang selbst wird die sonst die Elektrizität nicht leitende Luft leitend gemacht, und zwar ist es die Elektronenemission der glühenden Kathode, welche die zwischen den Elektroden befindlichen Luft-, bzw. Gasteilchen beim Aufprall der Elektronen auf diese in Ionen spaltet. Die glühende Kathode ist darum auch eine notwendige Bedingung für die Existenz des Lichtbogens, denn nur im glühenden Zustande sendet die Kathode Elektronen aus, die dann vom elektrischen Feld erfaßt und gegen die Anode geführt werden; dagegen kann die Anode, obwohl sie normalerweise die heißere Elektrode ist, auch gekühlt werden, ohne daß deswegen der Bogen erlischt, ja die Anode kann sogar von einer leitenden Flüssigkeit, etwa einer Salzlösung, gebildet werden. Der Stromdurchgang sorgt andererseits auch für den Erhalt der hohen Temperatur der Elektroden, indem er durch den Aufprall der Ionen aus der Gasstrecke auf die Oberfläche der Elektroden diese auf die erwähnten hohen Temperaturen heizt. Die Zündung des Bogens kann prinzipiell in zweierlei Weise vor sich gehen, entweder durch Erwärmung der Kathode bis zu einer zur Elektronenemission hinreichenden Temperatur (wie dies z. B. bei der weiter unten erwähnten Wolframbogenlampe geschieht) oder durch kräftige Ionisation der Gasstrecke, die dann zur Erwärmung der Elektroden führt; das kann durch eine kräftige (kondensierte) Funkenentladung zwischen den Kohlen herbeigeführt werden. Praktisch erfolgt die Zündung in der Regel so, daß die Kohlen einander bis zur Berührung genähert werden, so daß ein Stromübergang erfolgt, wobei an der Berührungsstelle die Elektroden so heiß werden, daß nunmehr beim Auseinanderziehen die Bogenentladung einsetzt.

Während des Brennens des Bogens muß eine bestimmte Entfernung der Kohlen aufrecht erhalten werden; wird diese zu gering, so fällt ein Großteil der Strahlung des positiven Kraters auf die gegenüberliegende Kohle und geht verloren, wird sie zu groß, so erlischt der Bogen. Um diese Entfernung trotz des Abbrennens der Kohlen ständig aufrecht halten zu können und die Kohlen beim Zünden zur Berührung zu bringen, kann die Bogenlampe entweder mit einer einfachen Handregulierungsvorrichtung versehen sein, welche ein Annähern und Entfernen der Kohlen ermög-

licht oder die Bewegung der Kohlen kann automatisch mit Hilfe eines Uhrwerkes, welches die Kohlen je nach dem Abbrennen einander nähert, erfolgen, oder auch mit Hilfe einer vom elektrischen Strom betriebenen Reguliervorrichtung.

Vonsolchen Reguliervorrichtungen unterscheidet man drei verschiedene Typen, die Hauptschlußlampe, bei der die Reguliervorrichtung in Serie mit dem Bogen geschaltet ist, die Nebenschlußlampe, bei der sie im Nebenschluß zum Bogen liegt, und die Differentiallampe, welche eine Kombination der beiden Schaltungen darstellt.

Bei der Hauptschlußlampe geht der ganze Lampenstrom durch eine Drahtspule und das dadurch in dieser hervorgerufene Magnetfeld zieht einen Eisenkern in die Spule hinein, der dann die eine Kohle in der Höhe entfernt von der andern hält. Mit dem allmählichen Abbrennen der Kohlen und dem Längerwerden des Bogens sinkt der Strom in der Lampe und in der Spule, so daß der Eisenkern sich senkt und dadurch die Kohlen wieder nähert; bei weiterem Abbrand wird die Kohle von der sie haltenden Klemme etwas losgelassen und rutscht in ihr herunter.

Bei der Nebenschlußlampe nach der Schaltung der Abb. 9 sind die in D_1 , D_2 befestigten Kohlen K_1 , K_2 durch eine über eine Rolle r_1 laufende Kette verbunden; jede Drehung dieser Rolle nähert oder entfernt also beide Kohlen einander. Die ineinandergreifenden Räder r_2 und r_3 , von denen das letztere durch eine Sperrvorrichtung B festgehalten wird, hemmen die Bewegung von r_1 .

Das ganze Räderwerk sitzt auf einem um die Achse von r_1 drehbaren Rahmen L . Die den Eisenkern M umgebende Spule liegt im Nebenschluß zum Bogen (N_1 , N_2) und zieht beim Einschalten des Stromes, wenn die Kohlen sich nicht berühren, die Spule also die ganze Spannung erhält, den Kern M kräftig hinein. Dadurch wird der Rahmen L gedreht und das Räderwerk freigegeben, und die Kohlen bewegen sich durch ihr eigenes Gewicht gegeneinander bis zur Berührung. Bei der Berührung bilden die Kohlen einen Nebenschluß von sehr wenig Widerstand zur Spule, so daß der Strom in dieser sinkt und dadurch der Rahmen L durch die Feder F nach rechts gedreht wird; durch diese Drehung werden die Kohlen getrennt und der Bogen gezündet. Mit zunehmendem Abbrand der Kohlen steigt der Widerstand des Bogens und damit der Strom in der Spule M , so daß der Rahmen L allmählich nach links gedreht wird, bis durch Freiwerden des Räderwerkes wieder ein Zusammenschieben der Kohlen erfolgt. Durch Änderung des Vorschaltwiderstandes wird hier im Gegensatz zur vorigen Schaltung die Stromstärke im Bogen geändert.

Bei der von HEFNER-ALTENEK angegebenen Differentialschaltung ist die Wirkung der Feder F durch die Anziehung einer mit der Lampe in Reihenschaltung liegenden Spule auf den Kern M_1 ersetzt.

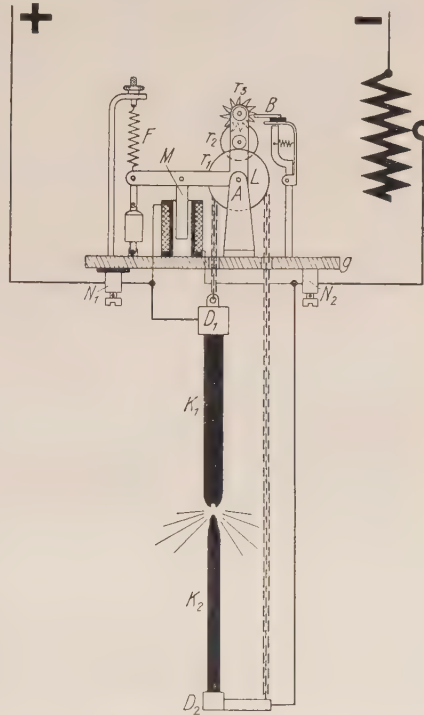


Abb. 9. Nebenschlußlampe (nach Müller-Pouillet, Lebrb. d. Physik)

Bogen unter verschiedenen Verhältnissen

Mit steigender Stromstärke wächst die Intensität der von der Bogenlampe ausgesandten Strahlung, dabei bleibt aber nach Versuchen von LUMMER die Temperatur des positiven Kraters konstant und somit auch seine Flächenhelligkeit, es wächst nur die Größe der leuchtenden Fläche; diese konstante Temperatur stellt offenbar die Verdampfungstemperatur der Kohle dar, die ohne Änderung des Druckes nicht gesteigert werden kann. Verschiedene Versuche LUMMERS mit Homogenkohlen ergaben immer wieder, daß Temperatur und Flächenhelligkeit des positiven Kraters an dessen hellster Stelle sowohl von der Bogenlänge als auch von der Stromstärke unabhängig seien. Bei Verwendung einer sogenannten Dochkohle, d. s. solche, die in der Achse einen mit Kohlepulver, eventuell unter Zusatz von Salzen angefüllten Kanal besitzen, schwankte die Flächenhelligkeit, je nachdem das Dochtmaterial mit der Kraterfläche abschließt oder zum Teil aus dem Dochtkanal herausgeschleudert ist; denn dann vermag der Bogen das Innere des Dochtkanales nicht so stark zu erhitzen. An der negativen Kohle steigt die Temperatur und Flächenhelligkeit mit der Stromstärke, sie überschreitet jedoch dabei nie die Temperatur des positiven Kraters.

Die bei Vergrößerung der Stromstärke eintretende Vergrößerung der erhitzten Fläche und die Temperatursteigerung an der negativen Kohle ziehen eine Vergrößerung der Leitfähigkeit der Gasstrecke des Bogens nach sich und damit eine Verringerung der an den Kohlen liegenden elektrischen Spannung. Im Gegensatze zu dem Verhalten eines normalen Widerstandes, bei dem die Stromstärke immer der Spannung proportional ist (OHMSches Gesetz), sinkt also hier die Spannung mit steigender Stromstärke. Der Bogen darf darum nie direkt an eine konstante Spannungsquelle angeschlossen werden; diese würde ein Herabsinken der Spannung nicht zulassen, vielmehr die Stromstärke noch weiter steigern; der Bogen würde in einem solchen Falle wie ein Kurzschluß wirken. Vor dem Bogen muß immer ein Widerstand geschaltet werden, durch dessen Größe die Stromstärke im Bogen begrenzt wird und der bei höherer Stromstärke einen größeren Teil des Spannungsabfalles übernimmt.

Mit dem Druck variieren Helligkeit und Temperatur des Kraters sehr stark. Die beiden folgenden Tabellen geben für die verschiedenen Drucke die Werte von Helligkeit und Temperatur nach Messungen von LUMMER. Die Helligkeit beim normalen Druck von einer Atmosphäre ist dabei gleich 1 gesetzt.

Tabelle 2

Druck in Atmosphären	Hellig- keit	Absolute Temperatur
1,0	1,0	4200°
0,9	0,99	4190°
0,8	0,975	4180°
0,7	0,955	4165°
0,6	0,925	4145°
0,5	0,885	4120°
0,4	0,835	4085°
0,2	0,70	3985°
0,1	0,59	3875°

Tabelle 3

Druck in Atmosphären	Hellig- keit	Absolute Temperatur
1	1	4200°
2	2,5	4900°
4	4,4	5470°
6	6,0	5860°
8	7,8	6210°
10	9,5	6520°
12	11,0	6760°
14	12,7	7015°
16	14,2	7230°
18	15,6	7420°
20	16,8	7560°
22	18,0	7700°

Die Zahlen der beiden Tabellen zeigen, daß die Temperatur stetig mit dem Druck steigt und daß durch solche Drucksteigerung Temperaturen erzielt

werden können, welche die Sonnentemperatur (zirka 6000°) weit übertreffen; dementsprechend muß der Gehalt an ultravioletten Strahlen bei einer solchen Lampe auch ein außerordentlich hoher sein. Es ist allerdings bisher nicht gelungen diese Erscheinung für Zwecke der Strahlentherapie nutzbar zu machen.

Das Licht strahlt vom Bogen nicht gleichmäßig nach allen Richtungen aus, sondern gewisse Richtungen erscheinen ganz wesentlich begünstigt. Diese Lichtverteilung hängt natürlich von der Dicke und Stellung der Kohlen, sowie von Form und Lage des Kraters ab. Die Abbildung 4 von Seite 150 zeigt für eine bestimmte Anordnung die Verteilung der Helligkeit in einer durch die Längsachse der Kohlen gelegten Ebene. Die Entfernung der Kurve vom Zentrum gibt dabei die in der betreffenden Richtung herrschende Helligkeit. Bei völlig gleichachsiger Anordnung der Kohlen ist die Helligkeitsverteilung in jeder durch die Achse gelegten Ebene die gleiche, so daß also die Richtungen maximaler Lichtemission auf einem Kegelmantel liegen, dessen Spitze der Krater bildet. Wird eine besonders intensive Strahlung nach einer Richtung gewünscht, so müssen die Kohlen in der durch die Abb. 13 gegebenen Anordnung gehalten werden oder senkrecht zueinander.

Wenn der Bogen mit Wechselstrom statt, wie es normalerweise der Fall ist, mit Gleichstrom gespeist wird, so brennen die beiden Elektroden gleichmäßig ab, glühen auch gleich und die räumliche Lichtverteilung ist dementsprechend völlig anders.

Reflektoren

Auch bei den Bogenlampen werden, wie bei den Glühlampen, Reflektoren zur Konzentration des Lichtes verwendet, sie haben aber hier eine wesentlich geänderte Aufgabe, denn sie sollen nicht nur das sichtbare Licht, sondern vor allem die ultravioletten Strahlen reflektieren. Das häufig verwendete Aluminium scheint als Reflektormaterial recht ungeeignet zu sein, denn nach Beobachtungen von HULBURT reflektiert es im kurzwelligen Ultraviolett von der Wellenlänge 180 $\mu\mu$ nur 23%, gegen 60% für Silizium und 30% für Nickel. Die folgende Tabelle (4) gibt nach HAGEN und RUBENS das Reflexionsvermögen einiger Metalle in Abhängigkeit von der Wellenlänge. (Reflektierte Strahlung in Prozenten der auffallenden.)

Tabelle 4

	Wellenlänge in $\mu\mu$				
	251	288	305	326	357
Kupfer	26	24	25	25	27
Stahl	33	35	37	40	45
Nickel	38	43	44	45	49
Silber	34,1	21,2	9,1	14,6	74,5
Magnalium	67	79	72	75	81

Unter diesen wäre Magnalium das geeignetste Material. Für den langwelligen Teil des Ultraviolett ist nach Angaben von MEI, welche die folgende Tabelle (5) wiedergibt, auch Zink ein guter Reflektor.

Tabelle 5

	Wellenlänge in $\mu\mu$				
	257,3	274,9	298,1	325,1	361,1
Nickel	30,7	37,6	39,4	40,4	41,2
Zink	20,5	47,6	60,2	68,2	70,5

Das Silber ist in der Silberstrahlenlampe der Gesellschaft zur Fabrikation elektromedizinischer Apparate als Reflektor verwendet worden; diese Lampe besteht aus einer Glühlampe mit porzellanähnlichem, versilberten Reflektor.

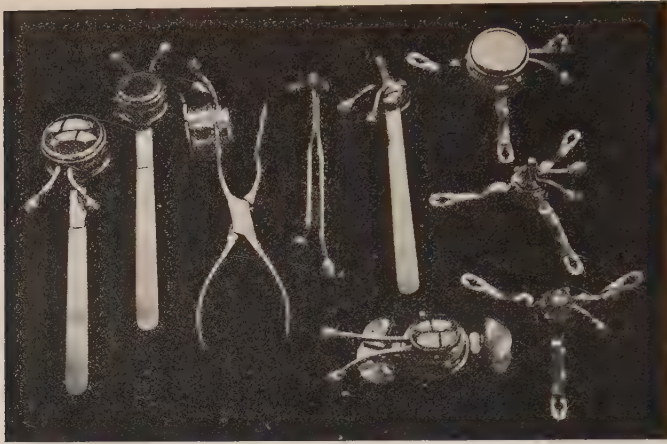


Abb. 10. Druckapparate (Aus der Wiener Lupus-Heilstätte)

Bestrahlungseinrichtungen mit Bogenlampen

FINSEN hat als erster das Kohlebogenlicht zu therapeutischen Zwecken herangezogen und eine dazu verwendbare Bestrahlungsapparatur geschaffen.

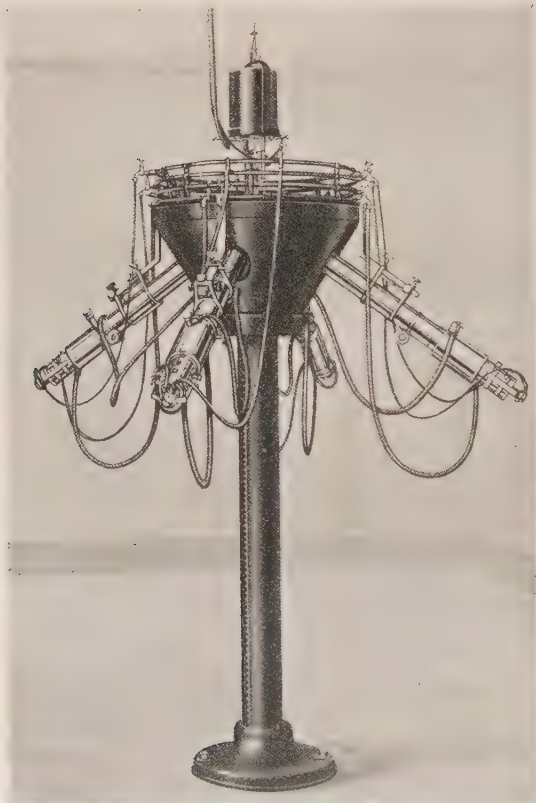


Abb. 11. Bestrahlungseinrichtung mit einer Lampe für vier Finsenapparate

Schon seine ersten Versuche zeigten die große Gefahr der Wärmewirkung der Strahlen, die besonders von den sehr energiereichen langwelligen (ultra-roten) Strahlen stammt. Zur Absorption derselben wurde in den Strahlengang eine Wasserschicht eingeschaltet, die aber auch nicht genügen konnte, da die Absorption des Wassers (nach ASCHKINASS) erst bei $1,5\mu$ stark wird. Es wurde daher noch ein Trog mit ammoniakalischer Kupfersulfatlösung vorgeschaltet, die Rot und das an dieses angrenzende Ultrarot kräftig absorbiert. Aber diese Mittel reichten nicht hin, um die gefährlichen Wärmewirkungen auf die Haut auszuschalten. FINSEN löste nach vielen Versuchen die Frage dadurch, daß er eine über-große Erwärmung der Haut durch Ableitung der durch die Strahlung zugeführten Wärme verhinderte. Er brachte zu diesem Zwecke auf der Haut einen aus einer Bergkristallplatte und einer plankonvexen Linse bestehenden Druckapparat an,

in dem kaltes Wasser zirkuliert, und so durch Wärmeleitung die Wärme von der Haut abführt und gleichzeitig das stark absorbierende Blut aus den Geweben drückt, während die Einstrahlung des Ultraviolett durch den gut durchlässigen Bergkristall nicht behindert wird. Je nach der zu bestrahlenden Körperstelle werden diese Druckapparate verschieden ausgeführt (Abb. 10, s. auch STRANDBERG S. 157, Abb. 6, 7.) Der FINSSENSCHE Konzentrationsapparat weist eine prinzipiell ganz ähnliche optische Anordnung auf, wie der weiter unten besprochene FINSSEN-REYN-Apparat; er ist aber teleskopartig auseinander-

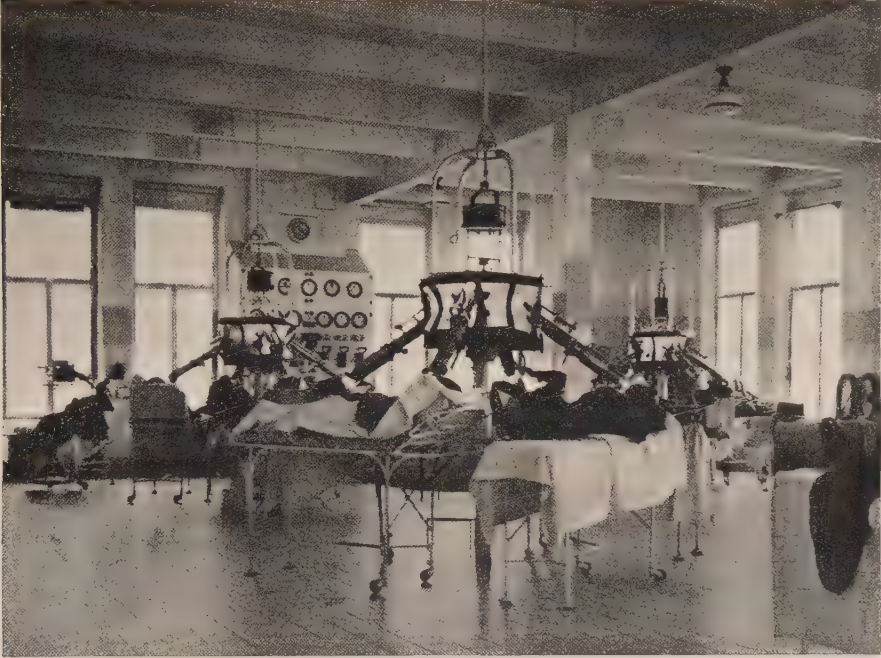


Abb. 12. Bestrahlungseinrichtungen der Wiener Lupus-Heilstätte

ziehbar und hat im zusammengeschobenen Zustand eine Länge von 100 cm. Die Abb. 11 zeigt eine Bestrahlungseinrichtung der Firma REINIGER, GEBBERT und SCHALL in Erlangen mit mehreren derartigen Konzentrationseinrichtungen, die, wie durch die oben angegebene Kurve der Lichtverteilung klar ist, das Licht von einer Bogenlampe günstig auszunützen gestattet.

Abbildung 12 zeigt solche Bestrahlungseinrichtungen im Betriebe an der Wiener Lupus-Heilstätte.

Der Finsen-Reyn-Apparat

Zur Bestrahlung eines einzelnen Patienten wurde von FINSSEN und seinem Schüler REYN eine Einrichtung konstruiert, die aus einer Bogenlampe und einem Konzentrationsapparat, beide auf einem gemeinsamen Stativ angebracht, besteht (vgl. Abb. 13).

Die Bogenlampe besitzt eine Differentialregulierung und schief zueinander stehende Kohlen, welche bei richtiger Einstellung der Spitzen eine gute Ausnützung des vom positiven Krater ausgehenden Lichtes gestatten.

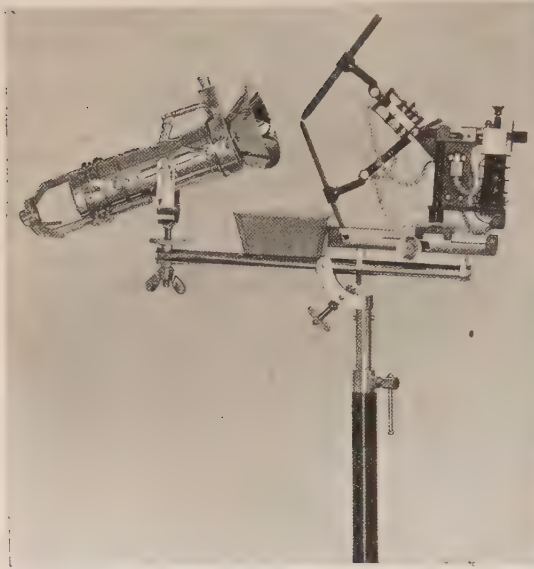


Abb. 13. Finsen-Reyn-Lampe

Der Konzentrationsapparat, den die folgende Abb. 14 in schematischer Zeichnung zeigt, besitzt wieder eine planparallele Quarzplatte a und vier Linsen b, c, d, e von 8 cm Durchmesser. Die der Bogenlampe zugekehrte Seite wird wieder durch eine Wasserspülung zwischen a und b gekühlt, während eine dicke Wasserschicht von 15 cm zwischen d und e für die Absorption der Wärmestrahlen sorgt. Die Linse c ist, wie die Abbildung zeigt, eine FRESNEL-Linse, deren prismatische Ringe wegen der sonst zu schwierigen Herstellung aus Glas sind, während die ganze übrige Optik natürlich aus Quarz ist. Genaue Angaben über die Einstellung und Bedienung der Lampe finden sich

in dem Buche von AXEL REYN: Die FINSEN-Behandlung, dem auch die diesbezüglichen Abbildungen entnommen sind.

Die Wolframbogenlampe

Nur kurz erwähnt werden soll die von PHILIPS Gloeilampenfabrieken in Eindhoven (Holland) gebaute Wolframbogenlampe. Ihre Anode besteht aus einer kleinen Wolframkugel von etwa 5 mm Durchmesser. Die Einleitung der Bogenentladung erfolgt in der früher erwähnten Weise, durch Heizung der Kathode, wobei diese durch einen besonderen Heizstrom bis zu einer derartigen Temperatur erwärmt wird, daß die dadurch hervorgerufene Elektronenemission die Bogenentladung einleitet; die Zündung ist also automatisch. Die Lichtstärke beträgt einige hundert Kerzen, da aber die Temperatur des leuchtenden Teiles die einer Halbwattlampe nicht übersteigt, so dürfte sie wegen des entsprechend geringen Ultraviolettgehaltes für therapeutische Zwecke kaum in Betracht kommen.

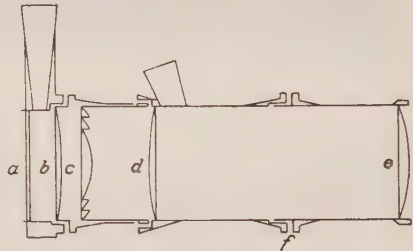


Abb. 14. Finsen-Reyn-Lampe (schematisch)

Die Luminiszenzstrahler

Zu den Luminiszenzstrahlern in dem anfangs festgelegten Sinne sind schon jene Bogenlampen zu rechnen, bei denen durch Imprägnieren des Doctes der Kohle mit irgend welchen Salzen der Bogen selbst zu einer Lichtemission gebracht wird, welche gegenüber der Temperaturstrahlung der Elektroden an Intensität

nicht zu vernachlässigen ist. Dies wird erreicht durch Imprägnieren des „Dochtes“ der Kohle mit verschiedenen Salzen, welche dann bei ihrer Verdampfung im Bogen zum Leuchten gebracht werden. Durch Auswahl der entsprechenden Salze kann so eine ganz bestimmte Spektralregion ganz besonders verstärkt werden. Während man zu Beleuchtungszwecken ganz besonders darauf achten muß, diese „Effektkohlen“ so auszugestalten, daß alle Spektralregionen möglichst gleichmäßig vom Bogen ausgesendet werden, damit derselbe weiß erscheint und nicht eine falsche Farbwiedergabe der beleuchteten Gegenstände bewirkt, kann man zu therapeutischen Bestrahlungszwecken gerade durch dieses Mittel die spektrale Energieverteilung der Gesamtstrahlung ganz wesentlich beeinflussen, indem man durch diese Zusätze ein ganz bestimmtes Linienspektrum der übrigen Strahlung überlagert; man setzt z. B. Ca-Salze zu, um die Emission im sichtbaren Teil des Spektrums stark zu machen, und Eisen für die ultraviolette Emission. Der Bogen von nicht imprägnierten Kohlen leuchtet, wie schon früher erwähnt, recht wenig, immerhin spielt seine Emission insofern eine Rolle, als sie zu einem großen Teile dem Gebiete der kurzen Wellen angehört. Es treten nämlich besonders im zentralen Teil des Bogens die im langwelligeren Teil des ultravioletten Spektrums liegenden Zyanbanden auf. Das Zyan soll dabei durch die Verbindung des Kohledampfes mit dem Luftstickstoff entstehen; nach GROTRIAN und RUNGE sollen sie dem Stickstoff zuzuschreiben sein. In den äußeren Partien des Bogens aber, der Aureole, die sich oft auch flammenartig ausbildet, tritt durch das Hinzutreten des Sauerstoffes der Luft eine Verbrennung der Kohledämpfe ein. Diese Verbrennung und damit auch das Auftreten der Aureole kann durch Fernhalten des Luftsauerstoffes verhindert werden. Dementsprechend sind zweierlei Typen von Bogenlampen mit strahlendem Bogen zu unterscheiden, nämlich offene, bei denen der Luftsauerstoff Zutritt hat und sich der Bogen also normal ausbildet, und geschlossene, bei denen durch Verhinderung der Oxydation die Aureole unterdrückt ist. Bei diesen ist auch der Abbrand der Kohlen sehr verzögert, und eine Kraterbildung bzw. Zuspitzung an den Kohlen unterbleibt.

Ein genaues Bild über den Abbrand der Kohlen geben die beiden folgenden von STOCKHAUSEN stammenden Tabellen.

Tabelle 6. Offener Bogen

Stromstärke in Ampère	Spannung in Volt	+ Dochkohle Durchmesser in mm	— Homogenkohle Durchmesser in mm	Abbrand der + Kohle in mm pro Stunde
3	36	11	7	18,8
6	38	16	10	16
9	40	18	12	16
12	41	20	13	16
20	44	22	14	16

Tabelle 7. Eingeschlossener Bogen

Stromstärke	Durchmesser	Abbrand der + Kohle	
6	15	1,2	(Regina)
6	15	0,8	(E V He nach KÖRTING und MATHIESEN)

Um die Strahlung des Bogens zu vergrößern, muß man dann diesen länger machen und dazu die an den Elektroden liegende Spannung entsprechend erhöhen (auf etwa 70 bis 80 Volt).

Geschlossene Bogenlampen

Als Lampen dieser Art gebaut sind die Aureollampe der Firma SIEMENS und HALSKE und die Heliollampe der Firma FRITZ KOHL in Leipzig. Die Abb. 15 zeigt die Energieverteilung im Spektrum des reinen Kohlelichtbogens, und zwar wurde dabei das der Mitte des Bogens entstammende Licht gemessen. Kurve I gibt die Verteilung für den Fall, daß der Bogen an freier Luft brennt, Kurve II,

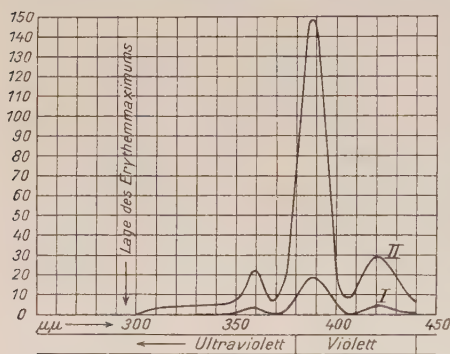


Abb. 15. Energieverteilung des Bogens in Luft und unter Glas (nach Vahlle)

wenn er von einer Glasglocke umschlossen ist. Man sieht sehr deutlich das Hervortreten dreier Banden an der Grenze von sichtbarem Licht und Ultraviolett, beim geschlossenen Bogen wesentlich verstärkt. Die kurzwellige, erythembildende Strahlung (um 300 μμ) fehlt allerdings diesen Spektren, dagegen ist sie im Spektrum des positiven Kraters, mit dem ja diese Strahlung normalerweise zusammen auftritt, vorhanden.

Die Heliollampe wird auf einem Stativ mit Vorschaltwiderstand und Reflektor montiert. Die Glocke besteht aus Spezialglas oder aus Quarz, im letzteren Fall ist sie also auch für das

kurzwellige Ultraviolett der Kohlenspitzen durchlässig. Neben dieser Ausführungsform wird von der Firma auch eine als Deckenlampe zur gleichzeitigen Bestrahlung mehrerer Patienten gebaut und eine andere mit einem besonderen Reflektor nach AXMANN.

Offene Lampentypen

Von den offenen Kohlebogenlampen sind als besondere Formen zu Bestrahlungszwecken zu nennen das Jupiterlicht, die Ultralux- und die Mebolithlampe und die Ultrasonne. Die Jupiterlampen werden für verschiedene Stromstärken von Gleich- oder Wechselstrom gebaut, und zwar für 6, 10, 25 und 60 Amp., wobei sich Helligkeiten von 3500 bis 40000 Hefnerkerzen ergeben. Die Kohlen stehen, um eine gegenseitige Schattenbildung möglichst zu verhindern, bei den größeren Modellen winklig zueinander, bei den kleineren parallel. Es werden vier verschiedene Kohlenarten geliefert, „Infrakohlen“ für langwellige (rote) Strahlen, „Weißbrandkohlen“ für sichtbare Strahlen, „Ultraviolett-kohlen“ und „Jekokohlen“, letztere für blaue, nicht erythmerzeugende Strahlen. Die Haupttype, die Jupiter-Bestrahlungs-Ständerlampe, ist eine Doppelflammenbogenlampe mit zwei Paar parallel gestellten Elektroden, die hintereinander geschaltet sind. Sie befinden sich in einem parabolischen Aluminiumreflektor, der abnehmbar ist und mit konischem Ansatz versehen.

Eine kleinere Ausführungsform ist die Jupiter-Heilsonne nach HARTMANN (Abb. 17). Sie ist eine Einflammen-Bogenlampe, gleichfalls mit parallel gestellten Elektroden. Diese liegen in einem kegelförmigen Reflektor, an dessen beiden Enden je ein Fenster aus dunklem Glas zum Beobachten des Lichtbogens angebracht ist. An der offenen Seite des Reflektors befindet sich ein Ansatzring zum Befestigen von Bestrahlungstuben, welche verschieden weite Lichtbündel austreten lassen, ferner ein kleines Gazedrahtnetz zum Auffangen der Asche. Die folgenden Abbildungen (18) geben eine schematische Darstellung der Strahlenkegel bei den verschiedenen Ansatzstücken.

Die Ultraluxlampe der Firma FRITZ KOHL besitzt gleichfalls zwei hintereinander geschaltete frei brennende Lichtbögen, wodurch vor allem eine bessere Ausnützung der Spannung gewährleistet wird, als wenn der ganze Spannungsüberschuß einer Lampe in einem Vorschaltwiderstand verzehrt wird. Diese Lampe ist mit einer besonderen Entlüftungsvorrichtung (nach SCHANZ) aus-

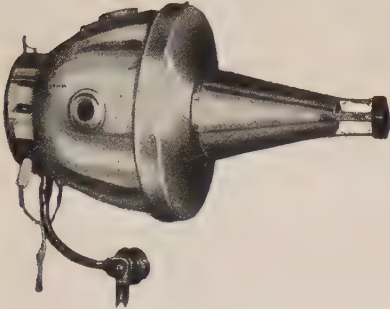


Abb. 16. Jupiter-Lampe



Abb. 17. Jupiter-Heilsonne nach Hartmann

gestattet, welche für den Abzug aller schädlichen Gase sorgt. Neben Weißlichtkohlen werden auch sehr ultraviolettreiche Kohlen unter der Bezeichnung „Derma-Kohlen“ geliefert.

Die Ultrasonne der Ultra-Heilstrahlen-Apparate-A. G. nach Dr. LANDECKER-STEINBERG ist ebenfalls eine Effektbogenlampe mit besonders präparierten Kohlen, welche vorzugsweise den langwelligen (noch nicht Erythem

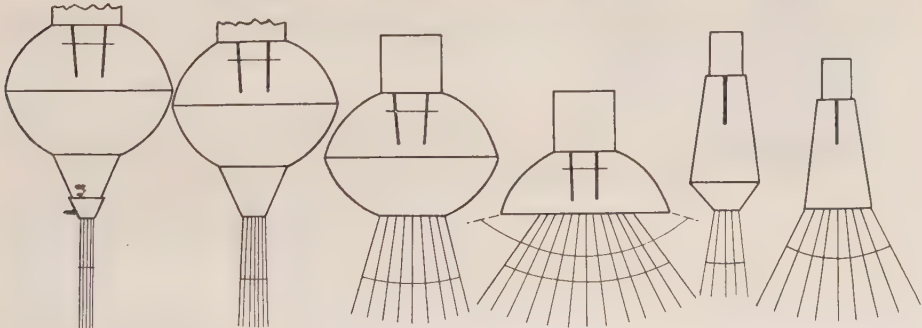


Abb. 18. Bestrahlungstuben für verschieden weite Lichtbündel

erzeugenden) Teil des Ultraviolett emittieren. Es soll dadurch der Energieverteilung der Sonnenstrahlung möglichst nahegekommen werden. Die Abb. 19 zeigt eine Type mit automatischer Regulierung; sie brennt mit 6 Amp. (Gleich- oder Wechselstrom). Eine kleinere Type wird auch mit Handregulierung gebaut.

HÖRNICKE hat den Energieverbrauch einer Ultrasonne während des Einbrennens gemessen und dabei gefunden, daß derselbe, wenn er anfangs 0,94 Kilowatt pro Stunde betrug, in drei Minuten auf 0,62 herabsank und von da an konstant blieb. Wurde nach einer kurzen Pause von zwei Minuten wieder gezündet, so war die Konstanz schon in der zweiten Minute erreicht.

Eine Bogenlampe von ganz besonders großer Flächenhelligkeit ist die BECK-Lampe. Sie ist eigentlich als Scheinwerferlampe konstruiert und hat in die Lichttherapie bisher noch keinen Eingang gefunden. BECK gelang es, Kohlen mit Metallsalzen zu entwickeln, die einen tiefen Krater ausbilden, in welchem die Metallsalze infolge der großen Stromdichte zu intensivem Leuchten gebracht werden, während er das Übergreifen des Lichtbogens auf die über die ganze stromführende Länge hellrotglühende Kohle dadurch verhinderte, daß er das Kohlenende mit Spiritusdämpfen oder Leuchtgas umspülte. Bei diesen

Kohlen wird der ganze Lichtbogen nur wenig, im wesentlichen nur die Höhlung des Kraters zur Emission gebracht. Die Flächenhelligkeit ist dadurch auf das Zweibis Dreifache gesteigert. Die zunächst von der Firma KÖRTING und MATHIESEN gebaute Lampe wurde dann bei C. P. GOERZ durch GEHLBOFF noch weiter verbessert. Dabei wurden der Kohle statt der üblichen Metallfluoride Metalloxyde zugesetzt um eine vollständigere Verbrennung der Kohle zu erzielen. Diese neuen Kohlen ermöglichen einen sicheren rußfreien Betrieb bis zu Stromstärken von 225 Amp. und geben dabei eine Flächenhelligkeit, die siebenmal größer ist als die Flächenhelligkeit der normalen Bogenlampe.

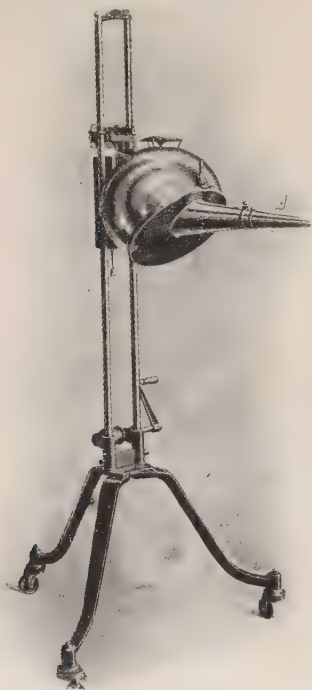


Abb. 19. Ultrasonne nach Dr. Landecker-Steinberg

Bogenlampen mit Metall- elektroden

Anstatt ein Metall, bzw. eine Metallverbindung in den Docht der Kohlelektrode einzuführen, kann man auch die Elektroden selbst aus Metall wählen. Es wurde dies auch mit verschiedenen Metallen versucht, besonders mit Eisen, weil dieses ein äußerst linienreiches Spektrum ergibt, das besonders reich an ultravioletten Strahlen ist (Tripletlampe, Dermolampe, BANGSche Eisenlampe). Bei Anwendung von Metallelektroden kann natürlich die

Erhitzung derselben nie so weit getrieben werden wie bei der Kohle, weil das Metall schon bei viel niedrigeren Temperaturen schmilzt, zerspritzt und verdampft. Es kann daher besonders im kurzwelligen Teil des Spektrums zu einer wesentlichen Strahlenemission der Elektroden nicht kommen, vielmehr ist das Linienspektrum des im Bogen reichlich vorhandenen Metaldampfes für die Emission ausschlaggebend. Ja man hat vielmehr (BANG), um die oben erwähnten Nachteile des Schmelzens und Zerspritzens der Elektroden zu vermeiden, diese noch besonders gekühlt. Diese Abkühlung der Elektroden kann in verschiedener Weise vorgenommen werden. Eine innere Kühlung durch Wasser kann in der Weise vorgenommen werden, daß das betreffende Metall die Form einer Hülse hat, welche auf ein doppelwandiges Rohr mit Wasserzirkulation geschraubt wird, oder die Kühlung kann äußerlich dadurch erfolgen, daß die Elektroden in einem Gefäß mit strömen-

dem Wasser so angebracht werden, daß nur deren Spitzen über das Wasser herausragen. Trotz der Kühlung aber bildet sich beständig Eisenoxyd, das die zur Konzentration des Lichtes dienenden Linsen oder den Druckapparat beschlägt. Wohl hauptsächlich wegen dieser Unzukömmlichkeiten haben sich diese Lampen in der Praxis nicht einbürgern können.

Der Quecksilberbogen

Eine ganz besondere Rolle unter den Bogenlampen mit Metallelektroden spielt die Bogenentladung zwischen Quecksilberelektroden. Nachdem schon früher (1860) WAX sich mit einem Quecksilberbogen in Luft vergiftet hatte und später (1879) RAPIEFF vorgeschlagen hatte, den Bogen in einem mit Stickstoff gefüllten U-Rohr brennen zu lassen, fand (1896) L. ARONS, daß man in einer Vakuumröhre zwischen Quecksilberelektroden einen intensiv strahlenden Lichtbogen erhalten kann. Der Strom muß durch die die Gefäßwand durchsetzenden Zuleitungen mit den beiden Quecksilberelektroden in Verbindung sein und diese durch Neigen zu einer momentanen Berührung gebracht werden, um die Zündung des Bogens zu ermöglichen. Ein Verbrauch der Elektroden findet dabei nicht statt, nur verdampft die positive Elektrode rascher und das Quecksilber destilliert daher von ihr zur Kathode. Die Anode kann auch aus einem schwer schmelzbaren Metall (Wolfram, Molybdän) oder auch aus Graphit bestehen. ARONS sowohl, wie der Amerikaner COOPER HEWITT, der die ARONSSCHE Lampe verbesserte, verwendete Glasröhren (Bleiglas) und mußte daher geringe Stromdichten anwenden, um nicht durch zu starke Erhitzung das Glas zum Zerspringen zu bringen. Die Röhren von COOPER HEWITT, die übrigens zu Beleuchtungszwecken wegen ihrer Ökonomie gebaut wurden, waren über 1 m lang und der Druck des Quecksilberdampfes in denselben war sehr gering. Erst als KÜCH Röhren aus geschmolzenem Bergkristall einführte, konnte der Druck, der bei den Niederdrucklampen nur 1 bis 2 mm Hg betrug, auf 3 bis 4 Atmosphären erhöht werden. Die Temperatur der Lichtsäule ist in den Niederdrucklampen zirka 400° C, während sie bei den Quarzlampen bei 37 bis 62 Volt zu 640° bis 1710° gemessen wurde (mit Thermoelement) und bei 200 Volt (durch Extrapolation) auf 6000 bis 7000° C geschätzt wird. Niederdrucklampen finden aber heute noch Verwendung.

Die Uviollampe und der Ulibrenner

Von dem Glaswerk SCHOTT und Gen. in Jena wird eine solche Niederdrucklampe zu medizinischem Gebrauche hergestellt. Das Entladungsrohr derselben ist aus Uviolglas (Bariumphosphatglas), das nach Angabe der Firma bis 250 $\mu\mu$ Strahlen durchlässig sein soll. Allerdings erscheint es fraglich, ob eine solche Durchlässigkeit während des Betriebes aufrecht bleibt. Nur die Kathode besteht aus Quecksilber, weshalb der negative Pol der Lampe stets unten sein muß, damit das Quecksilber die den Strom zuführende Elektrode bedeckt. Die Lampen werden in verschiedenen Größen gebaut, mit Röhrenlängen von 20 bis 90 cm und für Gleichstromspannungen von 70 bis 250 Volt. Die Stromstärke beträgt etwa 3 Amp.

Eine ähnliche Lampe wird unter der Bezeichnung Ulibrenner von der Maschinenfabrik Kupfermühle in Hersfeld hergestellt. Bei ihr sind mehrere 20 bis 80 cm lange Leuchtröhren zu einer Lampe vereinigt. Ein Aluminiumreflektor sammelt die Strahlen. Der Druck des Quecksilberdampfes beträgt während des Betriebes etwa 0,3 bis 0,4 Atmosphären. Die Stromstärke ist je nach der Lampe 3,5 bis 7 Amp.

Die Quarzlampen

Bei diesen findet die Bogenentladung in ziemlich kurzen Quarzröhren statt. Neben der sowohl zu medizinischen, als auch zu Laboratoriumszwecken oft verwendeten gestreckten Form des Quarzbrenners unterscheidet man noch

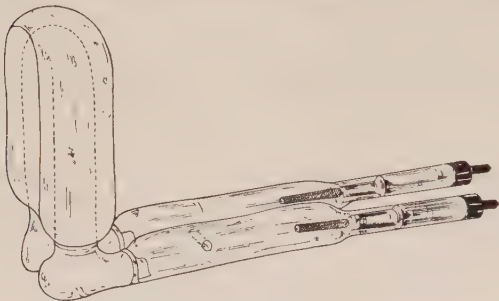


Abb. 20. Kromayer-Lampe (schematisch)

eine besondere für Wechselstrom und eine speziell für Bestrahlungszwecke von KROMAYER konstruierte Lampe.

Die Quarzlampe nach KROMAYER ist etwa faustgroß, ihr Hauptbestandteil ist ein verkehrt U-förmig gebautes Rohr aus geschmolzenem Quarz, das mit einem 3 bis 4 cm weiten Quarzmantel umgeben ist (vgl. Abb. 20).

Dieser ganze Quarzkörper ist von einem vernickelten Metallgehäuse umgeben, das an der Vorderseite ein Quarzfenster von 50 mm Öffnung trägt, durch das die Strahlen nach außen treten. Zwischen dem Metallgehäuse und dem Quarzmantel zirkuliert Kühlwasser, so daß sich einerseits eine Erwärmung nach außen nicht bemerkbar macht, anderseits eine zu starke Kühlung des inneren Rohres vermieden wird; der Kühlwasserverbrauch beträgt etwa zwei Liter pro Minute. Die Lampe ist eine ausgesprochene Hochdrucklampe, der Druck des Quecksilberdampfes beträgt mehrere Atmosphären, die Stromstärke bei Spannungen von 55 bis 130 Volt 3 bis 5 Amp. Die Zündung der Lampe geschieht durch Neigen nach vorn, wodurch das Quecksilber in der Wölbung des U-Rohres zusammenrinnt und den Strom schließt. Nach Aufrichten der Lampe und Zerreißen des Quecksilberfadens bildet sich dann der Lichtbogen aus.

Während des Einbrennens, das einige Minuten dauert, ändert sich bei allen Quarzlampen das Aussehen der Entladung; die Temperatur steigt, der Bogen zieht sich mehr gegen die Mitte der Röhre zusammen und wird weißlicher. Die Stromstärke in der Lampe sinkt dabei.

Die Abbildung 21 zeigt die Lampe mit Stativ und Wasserkühlung montiert.

In ähnlicher Form wird die Lampe auch für den Betrieb mit Wechselstrom gebaut. Sie besitzt ein dreischenkliges Leuchtrohr von m-Form und dementsprechend drei Stromzuführungen. Der mittlere Schenkel enthält immer den negativen Pol und die beiden Außenschenkel abwechselnd den positiven. Der Wechselstrom wird durch einen Transformator geschickt, an dessen Sekundärspule, die den Strom für den Brenner liefert, ebenfalls der Strom in jeder Phase des Wechselstromes seine Richtung ändert. Die Mitte dieser Sekundärspule ist dauernd mit der mittleren, als Kathode wirkenden Elektrode verbunden, während die beiden Enden an den äußeren Schenkeln, den Anoden liegen. Abwechselnd im Rhythmus der Schwingungen des Wechselstromes ist daher bald die eine, bald die andere der Außenelektroden gegenüber der mittleren positiv und wirkt als Anode, so daß der Strom in Form des Lichtbogens von der mittleren Elektrode zu ihr übergeht. Da dieser Wechsel etwa 60 mal in der Sekunde erfolgt, sieht das Auge nichts davon, die Schenkel scheinen vielmehr gleichmäßig zu leuchten, wie in der Gleichstromlampe.

Eine große Schwierigkeit stellte bei der Herstellung der Quarzlampen die Stromeinführung dar, da wegen der hohen Stromstärken ja ziemlich dicke Elektroden eingeführt werden müssen, und dabei die Gefahr des Springens

wegen verschiedener Ausdehnung von Draht und Wandmaterial besonders groß ist. KÜCH, der die ersten Lampen konstruierte, verwendete als Stromzuführungsmaterial Invar, eine Legierung von 64% Eisen und 36% Nickel, das aber wegen der hohen Schmelztemperatur des Quarzes nicht eingeschmolzen werden kann, sondern als Schliff eingeführt wird; oberhalb des Schliffes wird dabei noch Quecksilber zur Abdichtung angebracht, dessen Herausfließen durch Abschließen des Rohres nach außen mit einer Kittmasse verhindert ist. Immerhin darf die Erhitzung der Elektroden nie zu weit getrieben werden, da die Ausdehnung des Invar sonst den Quarz zersprengt.

Neben den KROMAYER-Lampen, die für lokale Bestrahlung bestimmt sind, wird häufig auch ein anderer Brennertypus hergestellt, der ein gerades Leuchtröhre, bzw. bei Wechselstrombrennern zwei besitzt und statt der Wasserkühlung

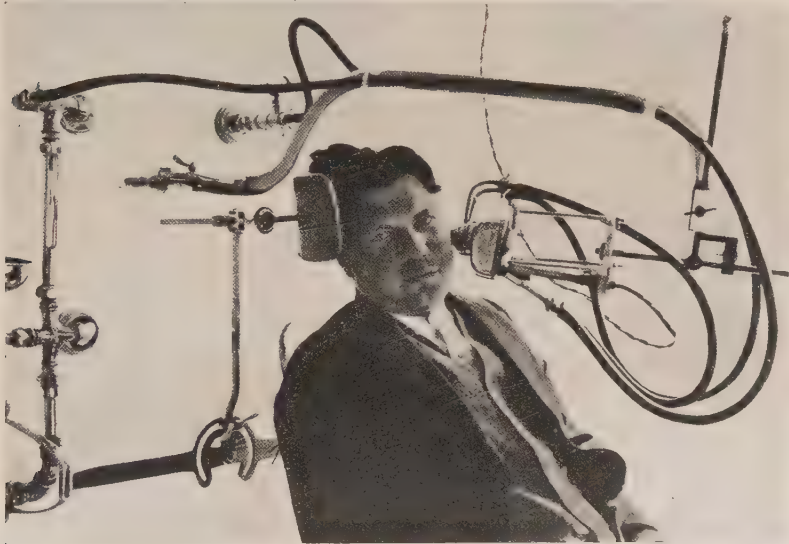


Abb. 21. Kromayer-Lampe (montiert), Anordnung der Wiener Lupus-Heilstätte

nur mit Luftkühlung ausgestattet ist. Dieses Leuchtröhre, gleichfalls aus Quarz, hat je nach den Spannungen, für welche der Brenner bestimmt ist, verschiedene Länge, bei einer Netzspannung von 110 Volt (Klemmspannung an den Elektroden der Lampe etwa 70 bis 80 Volt) 5 bis 6 cm, bei einer Netzspannung von 220 Volt (Klemmspannung etwa 150 bis 170 Volt) 10 bis 12 cm. Die Stromeinführung geschieht auch hier mit Schliffen aus Invar. Die Elektroden sind durch Anbringen von Metallrippen an den Rohrenden gekühlt, denn diese Metallrippen bilden eine große, Wärme gut leitende Oberfläche, welche beständig Wärme an die Luft abgibt. Um speziell das Hinüberdestillieren des Quecksilbers von der trotzdem heißeren Anode zur Kathode auszugleichen, kann das Quarzrohr an der Seite der letzteren auch leicht konisch ausgeführt werden, so daß mit wachsender Quecksilbermenge an der Kathode die Oberfläche desselben geringer wird und die dadurch hervorgerufene stärkere Erhitzung wieder den Ausgleich in der Verdampfung herbeiführt. Eine derartige Lampe wird unter dem Namen „BACHSche Höhen-sonne“ von der Quarzlampengesellschaft in den Handel gebracht.

Die Lampe besitzt auf einem Stativ verstellbar montiert ein aus zwei Kugelhälften bestehendes Aluminiumgehäuse. Wird die zweite Kugelhälfte herunter gedreht, was durch Drehung an dem seitlichen Handrad geschieht, so bildet sie eine Verschußklappe, die in ihrer Mitte einen Strahlenkegel von 5 cm Durchmesser austreten läßt; außerdem können noch kleinere Blenden daran angebracht werden. Der für die Gleichstromlampe notwendige Vorschaltwiderstand ist am Stativ angebracht, bei Wechselstromlampen ist statt dessen ein Transformator in getrennter Aufstellung vorhanden. Statt der Befestigung am Stativ kann die Lampe auch an der Decke hängend angebracht werden.

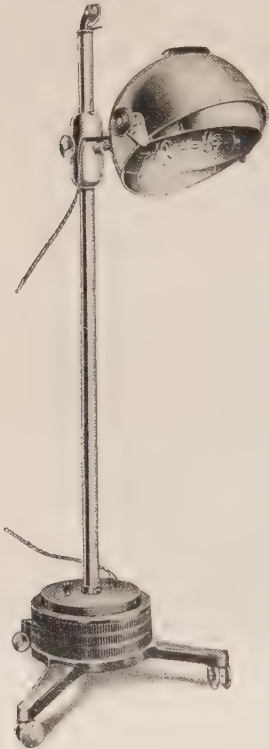


Abb. 22. Bachsche Höhengsonne

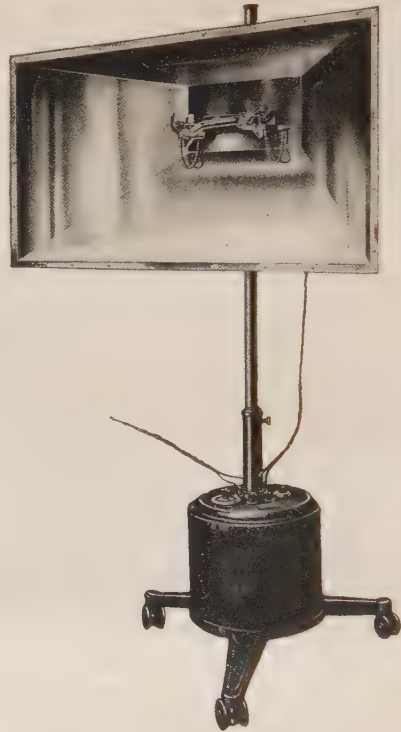


Abb. 23. Hallenlampe nach Jesionek

Da die Quarzlampe überhaupt sehr viel Ultraviolett, aber verhältnismäßig wenig sichtbare und ultrarote Strahlung aussendet, so hat sie eine geringe Wärmewirkung. Um diese zu ergänzen, kann nach HAGEMANN am Lampengehäuse ein Ring mit acht Glühlampen angebracht werden.

Die Lampe wird in vier verschiedenen Typen geliefert, die sich durch die Brenner unterscheiden. Die Daten derselben sind durch die folgende Tabelle gegeben.

Für die Durchstrahlung von Räumen zwecks Ganzbestrahlung mehrerer Personen dient die Höhengsonne oder Hallenlampe nach JESIONEK. Sie unterscheidet sich von der BACH-Lampe durch den stärkeren Brenner und den großen, kastenförmigen, offenen Reflektor. Er ist innen mit Magnesium überzogen, um eine besonders günstige Ausnützung des Ultraviolett bei der Reflexion zu ermöglichen.

Tabelle 8

Netzspannung	Normalstromstärke	Anlaufstrom, dem Netz entnommen	Klemmenspannung am Brenner	Lichtbogenlänge	Lichtstärke des Brenners	Stündlicher Stromverbrauch
Volt	Amp.	Amp.	Volt	ca. mm	Kerzen	Kilowatt
Gleichstrom						
110	4	10—14	70—80	60	1200	0,54
220	2,5	8—10	150—160	120	2000	0,55
Wechselstrom	(Primär)					
110	7,8	18—20	} 175—185	120 (dreipolig)	2500	0,76
220	3,7	10				

Die Daten für die Brenner der verschiedenen Typen ergeben sich aus der folgenden Tabelle.

Tabelle 9

Netzspannung	Normalstromstärke	Anlaufstrom, dem Netz entnommen	Klemmenspannung am Brenner	Lichtbogenlänge	Lichtstärke des Brenners	Stündlicher Stromverbrauch
Volt	Amp.	Amp.	Volt	ca. mm	Kerzen	Kilowatt
Gleichstrom						
110	6	13—18	70—80	60	2000	0,66
120	3,5	10—12	150—160	120	3000	0,77
Wechselstrom	(Primär)					
110	7,8	18—20	} 175—185	120 (dreipolig)	2500	0,76
220	3,7	10				

VON WOLFFKE wurde eine ringförmige Lampe konstruiert, die aber keine Verwendung zu therapeutischen Zwecken gefunden hat.

Amalgamlampen

Alle Quecksilberlampen sind gegenüber den Bogenlampen, wie gegenüber der Sonne arm an längeren Wellen, sie senden ja im wesentlichen das Linienspektrum des Quecksilbers aus. Um nun im langwelligen Teil mehr Linien zu erhalten, als dies beim reinen Quecksilber der Fall ist, hat man dem Quecksilber andere Metalle zugesetzt. Diese Lampen werden als Amalgamlampen bezeichnet; von HERÄUS sind solche mit Zink und Kadmiumzusätzen u. a. hergestellt worden. Hier überlagern sich dann den Quecksilberlinien noch die Linien des Kadmiums, bzw. des Zinks. In einer solchen Lampe besteht das Amalgam aus 60% Hg, 20% Pb, 20% Bi, $\frac{1}{2}$ % Zn und $\frac{1}{2}$ % Cd; unter 50 Volt leuchten dabei nur Hg, Cd und Zn, darüber treten Bi und Pb auf. BATES verwendet eine Legierung mit Cd und 2 bis 3% Gallium. Seine Lampe besitzt Wo-Elektroden und gibt bei 110 Volt und 3 Amp. das Cd-Spektrum.

Der elektrische Funke

Ist die Spannung zwischen zwei Elektroden sehr groß (je nach der Entfernung der Elektroden einige Tausend bis einige Hunderttausend Volt), so setzt auch ohne Erhitzung der Kathode eine Entladung ein, die als elektrischer Funke bezeichnet wird. Charakteristisch für diesen sind die hohen Werte der Potentialdifferenz bei geringen Stromstärken. Die Gasstrecke wird dabei dadurch leitend gemacht, daß die wenigen in der Luft stets vorhandenen Ionen in dem starken elektrischen Feld zwischen den Elektroden so beschleunigt werden, daß sie bei ihrem Aufprall auf die Luftmolekel diese in Ionen zerspalten (Stoßionisation), welche ihrerseits wieder im Feld beschleunigt weitere Ionen erzeugen. Sobald die Spannung stark genug ist, daß bis zum nächsten Zusammenstoß mit einem Molekel der durch das elektrische Feld hervorgerufene Geschwindigkeitszuwachs zur Stoßionisation hinreicht, wird durch diesen Vorgang die Gasstrecke leitend gemacht. Zur Herstellung der hohen Potentialdifferenzen kann ein Induktorium oder besser ein Transformator dienen. Die Funkenentladungen, die von diesen Apparaten unmittelbar geliefert werden, bilden vielfach verzweigte, prasselnde Lichtfäden, welche aber keine besonders kräftige Strahlenemission aufweisen. Durch Anschalten von Kondensatoren erhält der Funke jedoch ein völlig anderes Aussehen. Er wird zu einem dicken, hell leuchtenden Bündel und das Prasseln geht in ein lautes Knallen über (kondensierter Funke); das emittierte Licht gibt das Linienspektrum des Elektrodenmetalles, wobei bestimmte Linien desselben (Funkenlinien) besonders stark hervortreten. Invar und Aluminium als Elektroden geben sehr ultraviolettreiche Spektren. Von KOWALSKI wurden daher derartige Funkenentladungen mit hochfrequentem Strom zur Sterilisation von Wasser verwendet. V. HENRI läßt eine hochfrequente Funkenentladung unter Wasser übergehen und erhält damit nur kurzwellige Strahlen bis $212\text{ }\mu\mu$. Zu lichttherapeutischen Zwecken scheint der Funke noch nicht verwendet worden zu sein; die geringe Erwärmung der Elektroden und die Betriebssicherheit der Anordnung wären einerseits ein Vorteil, dem aber der große Lärm dieser Entladungen als Nachteil gegenübersteht.

Die Glimmentladung

In verdünnten Gasen ist der Weg, den ein Teilchen zurücklegt bevor es mit einem anderen zusammenstößt (freie Weglänge), wesentlich größer; darum kann in diesem Falle schon ein viel schwächeres elektrisches Feld dem Teilchen die zur Stoßionisation notwendige Geschwindigkeit erteilen, es wirkt ja dieses Feld zwischen zwei Zusammenstößen eine längere Zeit. In verdünnten Gasen setzt daher schon bei viel geringeren Spannungen eine selbständige Entladung ein, welche als Glimmentladung bezeichnet wird. Die Glimmentladung leuchtet nicht gleichmäßig längs des ganzen Rohres, sondern es bildet sich an die Anode (A in Abb. 24) anschließend eine leuchtende Zone aus, welche einen großen Teil des Rohres ausfüllt und das positive Glimmlicht (p) oder die positive Lichtsäule genannt wird; ihre Begrenzung gegen die Kathode zu bildet eine dunkle Zone, der FARADAYsche Dunkelraum (F), an den sich das negative Glimmlicht (n) anschließt. Zwischen diesem und der Kathode ist eine erst bei ziemlich niedrigen Drucken sichtbar werdende dunkle Zone der CROOKESsche Dunkelraum (C). Im allgemeinen setzen solche Glimmentladungen erst bei Spannungen von einigen tausend Volt zwischen den Elektroden ein; durch Wahl eines leicht ionisierbaren Gases, geeigneten Druck desselben und Überziehen der Kathode mit einem Alkalimetall zum Herabsetzen des Spannungsverlustes an der Kathode

(des sogenannten Kathodenfalles) gelang es jedoch, Entladungsgefäße zu bauen, in denen die Glimmentladung schon bei den üblichen Gleichstromspannungen (220 Volt) einsetzt. Die zu Reklamzwecken als Signallampen und zu ähnlichen Zwecken konstruierten Glimmlampen, welche derartige Entladungen geben, sind zu lichttherapeutischen Zwecken zu wenig intensiv. Die Studiengesellschaft für elektrische Leuchtröhren hat sich bemüht, eine solche Röhre zu therapeutischen Zwecken für Rotlichtbehandlung auszubauen. Die Gasfüllung besteht dabei aus Neon, das eine besonders starke Lichtemission im langwelligen Teil des sichtbaren Spektrums ergibt.

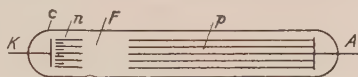


Abb. 24. Glimmentladung in verdünntem Gas

Da zur Zündung der Lampe eine höhere Spannung notwendig ist, wird parallel zu ihr ein Widerstand gelegt und vor die Lampe eine Selbstinduktionsspule. Nach dem Einschalten des Stromes wird der Nebenschlußwiderstand automatisch ausgeschaltet und der hiedurch in der Selbstinduktion hervorgerufene Extrastrom bewirkt eine momentane Spannungserhöhung an der Röhre, welche zu ihrer Zündung hinreicht. Die Lichtstärke der bei 220 Volt brennenden Lampe ist etwa 400 Kerzen, die Stromstärke 1 Amp., der Energieverbrauch pro Kurve somit ungefähr wie bei den Halbwattlampen.

Die Intensitätsverteilung in den diskontinuierlichen Spektren

Während bei den kontinuierlichen Spektren der Temperaturstrahler die Verteilung der Energie im Spektrum im wesentlichen durch das WIEN-PLANCKSCHE Strahlungsgesetz gegeben ist, kann sie bei den diskontinuierlichen Spektren nur durch die Beobachtung gewonnen werden. Häufig geschieht diese Beobachtung durch Anfertigung einer Spektralphotographie, deren Reproduktion dann dem Beschauer zeigen soll, welche Wellenlängen in dem betreffenden Spektrum vorhanden sind. Dabei wird außer acht gelassen, daß solche Photographien nichts über die Intensitäten der vorhandenen Strahlen aussagen, vielmehr durch Verlängerung der Expositionszeit bei der Aufnahme eine Schwärzung auch bei Intensitäten erzielt werden kann, welche tatsächlich zu therapeutischen Zwecken nicht mehr in Betracht kommen. Die Lage des Endes des Spektrums, sowie die Anzahl der auf der Platte sichtbaren Linien hängt sehr stark von der Expositionszeit ab. Die folgenden Angaben über die Intensitätsverhältnisse in den Spektren werden daher nur auf Messungen oder doch vergleichende Schätzungen gestützt. Die Anzahl derartiger Angaben ist allerdings ziemlich spärlich.

An dem von der Firma HERAEUS hergestellten Quarzlampeentypus haben schon seine Konstrukteure, KÜCH und RETSCHINSKY, Beobachtungen über die ausgestrahlte Energie und den Wattverbrauch angestellt, gleichzeitig auch VAILLANT und später HENRI. Von letzterem stammen die Angaben der folgenden Tabelle (10), die vergleichende Messungen an vier sichtbaren Quecksilberlinien gibt. Die vier letzten Spalten dieser Tabelle geben für die darüber stehenden Wellenlängen die relativen Intensitäten.

Tabelle 10

Volt	Ampère	Watt	579 $\mu\mu$	546 $\mu\mu$	436 $\mu\mu$	405 $\mu\mu$
				Wellenlänge		
31	2,75	85,2	1	1	1	1
44	3,0	132	2,38	2,15	1,86	2,30
59	3,0	192	10,52	6,17	4,99	6,34
78	3,45	300	18,9	8,87	7,35	6,67

Mit steigender Belastung nimmt demnach das Gelb ($579\mu\mu$) viel stärker zu als die anderen Linien.

Im Ultraviolett nimmt mit steigender Strombelastung, wie GREBE gezeigt hat, die Strahlung im kurzwelligen Bereich mehr zu als im übrigen Teil des Spektrums. Die folgende Tabelle (11) gibt nach seinen Angaben die Energie der einzelnen Hg-Linien in willkürlichen Einheiten bei einer Belastung von 500 Watt und bei einer Belastung von 290 Watt.

Tabelle 11

Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität in willkürlichen Einheiten	
	bei 500 Watt	bei 290 Watt
546	131	56
366	98	46
334	10	4
313	57	32
302	28	12,5
297	18	7
292	4,7	1,5
280	11,5	4,1
276	4,2	1,4
269	5,9	2,0
265	18,5	7
248	8	2,8
239	3,5	1,0
230	2,2	0,5

FABRY und BUISSON haben die von einer Quarzlampe mit 6 cm langem Rohr bei einer Stromstärke von 3,5 Amp. (95 Watt) in den einzelnen Spektralgebenden ausgestrahlte Energie gemessen. Die folgende Zahlenreihe (Tabelle 12) gibt die Ergebnisse wieder, wobei die Energie der Linie $546\mu\mu$ gleich 1 gesetzt ist.

Tabelle 12

Gesamtstrahlung	Rot	576,9 bis 579 $\mu\mu$	546 $\mu\mu$	435,8 $\mu\mu$	404,6 $\mu\mu$	Gruppe 366 $\mu\mu$	Gruppe 313 $\mu\mu$	253,6 $\mu\mu$
60	0,13	0,49	1	0,88	0,64	0,41	0,79	0,32

Die willkürlich gleich 1 gesetzte Energie der Linie 546 entsprach dabei 0,58 Watt, so daß die gesamte ausgestrahlte Energie 35 Watt betrug gegen 95 Watt zugeführter elektrischer Energie.

Ferner vergleichen sie bei verschiedenen Lampen die auf je 100 Watt zugeführter elektrischer Energie entfallende ausgestrahlte Ultraviolettenergie (kleiner als $0,32\mu$) und finden die folgenden Werte (Tabelle 13).

Tabelle 13

	Ultraviolettenergie pro 100 Watt
Lampe von HERAEUS, Rohrlänge 6 cm, 95 Watt	0,85
A. E. G.-Lampe, Rohrlänge 12 cm, 763 Watt	4,7
WESTINGHOUSE-Lampe, Rohrlänge 12 cm, 559 Watt	6,4
Dieselbe Lampe in Wasser getaucht	0,13

PFLÜGER mißt die Intensität der Quecksilberlinien und erhält in willkürlichen Einheiten, die den einzelnen Wellenlängen im folgenden in Klammer

beigefügten Werte: 254 (63); 265 (15); 275 (7); 297 (32); 313 (97); 334 (10); 365 (98); 405 (69); 436 (114); 546 (90); 578 (140).

E. LADENBURG mißt gleichfalls mit der Thermosäule die Energieverteilung im Spektrum einer Quarzlampe bei 110 Volt und 2 Amp. (Klemmspannung 85 Volt). Der auf die Thermosäule auffallende Teil des Spektrums hatte dabei je nach seiner Lage 8 bis 12 $\mu\mu$. Die Ergebnisse sind durch die folgende Kurve (Abb. 25) wiedergegeben.

IRMA BLEIBAUM vergleicht mit einer photographischen Methode die Intensitätsverhältnisse in verschiedenen therapeutisch verwendeten Lichtquellen, und zwar von zwei Metallfadenlampen (Solluxlampe und Spektrosollampe), zwei Quecksilberlampen (Quarzlampe und Ulilampe) und zwei Bogenlampen (Ultralux und Heliollampe). Zum Vergleich wird die Schwärzung beobachtet,

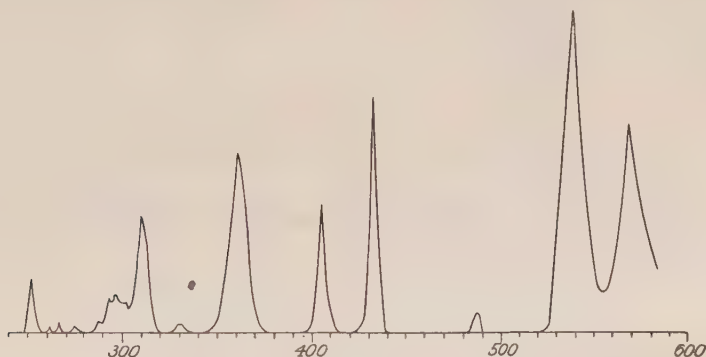


Abb. 25. Intensitätsverteilung im Spektrum der Quarzlampe (nach Ladenburg)

welche an der gleichen Spektralstelle durch das Licht des positiven Kraters hervorgerufen wird. Durch Variation der Entfernung der Bogenlampe wird eine Schwärzungsskala für die betreffenden Wellenlängen erzeugt und durch Vergleich der Schwärzungen dann, da die Energieverteilung im Spektrum des positiven Kraters bekannt ist, die relative Energie im Spektrum der betreffenden Lampe bestimmt. Die folgende Tabelle (14) gibt den nach diesen Messungen auf die einzelnen Spektralbezirke entfallenden Betrag, und zwar in Prozenten der gesamten unter 600 $\mu\mu$ ausgestrahlten Energie.

Tabelle 14

	Volt	Ampère	600 bis 500 $\mu\mu$	500 bis 400 $\mu\mu$	400 bis 300 $\mu\mu$	< 300 $\mu\mu$
Solluxlampe.....	236	4,5	63,5	25	11,5	—
Spektrosollampe	116	5,2	63,5	25	11,5	—
Ulilampe	40	3,5	48,1	26,5	16,8	8,6
Quarzlampe	28,3	4,2	28,3	13,9	37,4	20,4
Ultralux	28	27	21,4	37,2	37,6	3,8
Heliol	134	8,5	18,1	23,4	58,5	—
Sonne	—	—	43,5	41,6	14,9	—

Die für lichttherapeutische Zwecke wohl am wertvollsten Strahlungsmessungen stammen von JOHANSEN. Er mißt mit Bolometer und Thermosäule die Energie im Spektrum der FINSSEN-REYN-Lampe, der KROMAYER-Lampe und der Sonne. Die nachfolgende Tabelle (15) gibt die Ergebnisse dieser

Messungen für die FINSSEN-REYN-Lampe wieder. Dabei war die positive Kohle eine SIEMENS A-Dochtkohle von 12 mm Durchmesser, die negative SIEMENS A-Homogenkohle von 8 mm Durchmesser. Bei einer Klemmspannung von 65 Volt betrug die Stromstärke 20 Amp. Auf einen Quadratzentimeter der bestrahlten Fläche entfiel dabei eine Strahlungsenergie von 1,0 Kal. pro Sekunde. Diese Energie verteilt sich auf die angegebenen Spektralbezirke in der folgenden Weise:

Tabelle 15

Wellenlängenintervall μ	Millikalorien pro Sekunde
1,2—1,1	1,5
1,1—1,0	14,5
1,0—0,9	22,0
0,9—0,8	155,0
0,8—0,7	211,0
0,7—0,6	241,0
0,6—0,5	177,5
0,5—0,4	99,5
0,4—0,3	76,0
0,3—0,2	1,12

Die genaue Verteilung im kurzwelligen Spektrum zeigen die folgenden Zahlen (Tabelle 16).

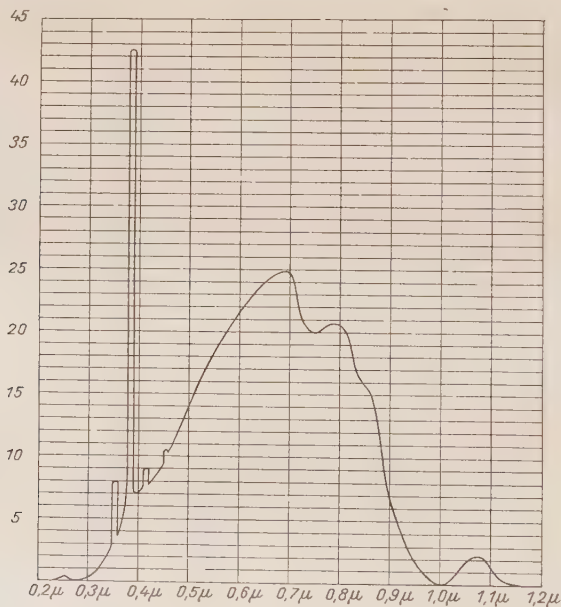


Abb. 26. Intensitätsverteilung im Spektrum der Finsen-Reyn-Lampe (nach Johansen)

Die Abb. 26 veranschaulicht die Zahlen der beiden Tabellen. Man sieht deutlich das Hervortreten der dem Bogen angehörigen Banden bei $0,46 \mu$, $0,42 \mu$, $0,388 \mu$, $0,359 \mu$ und $0,25 \mu$.

Die folgende Tabelle (17) gibt die spektrale Verteilung für eine 220 Volt-KROMAYER-Lampe. Die Klemmspannung betrug dabei 128 Volt, die Strom-

Tabelle 16

Wellenlängen- intervall	Millikalorien pro Sekunde	Wellenlängen- intervall	Millikalorien pro Sekunde
μ		μ	
0,6—0,55	98,0	0,33—0,32	1,30
0,55—0,50	79,5	0,32—0,31	0,62
0,50—0,48	25,8	0,31—0,30	0,30
0,48—0,46	22,7	0,30—0,29	0,23
0,46—0,44	18,6	0,29—0,28	0,19
0,44—0,42	16,0	0,28—0,27	0,125
0,42—0,40	16,2	0,27—0,26	0,10
0,40—0,39	7,0	0,26—0,25	0,24
0,39—0,38	42,5	0,25—0,24	0,11
0,38—0,37	8,2	0,24—0,23	0,057
0,37—0,36	4,0	0,23—0,22	0,049
0,36—0,35	8,0	0,22—0,21	0,021
0,35—0,34	2,3	0,21—0,20	0,003
0,34—0,33	1,75		

stärke 2,6 Amp. Ein Quadratcentimeter der bestrahlten Fläche empfing pro Sekunde 0,146 Kal.

Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse graphisch.

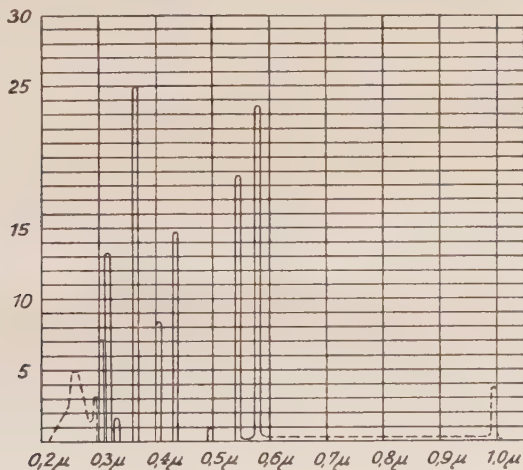


Abb. 27. Intensitätsverteilung im Spektrum der Kromayer-Lampe (nach Johansen)

Aus den Messungen geht deutlich hervor, wie groß die Intensität des gerade für lichttherapeutische Zwecke so wichtigen Gebietes um 0,3 ist.

Eine weitere Messungsreihe zeigt, wie groß der Unterschied bei verschiedenen Lampen ist. Um dies deutlich erkennen zu lassen, werden die Ergebnisse an der obigen Lampe verglichen mit einer schon längere Zeit gebrauchten Lampe. In der folgenden Tabelle (18) sind die Intensitäten für die Linie 366 gleich 100 gesetzt. Die letzte Zahlenreihe gibt die Zahlen für eine Lampe mit Uviolglasfenster.

Die Zahlen zeigen, um wie viel ärmer die alte Lampe an Ultraviolett ist, noch ärmer ist natürlich die Lampe mit Uviolglas.

Tabelle 17

Wellenlängen- intervall	Millikalorien pro Sekunde	Wellenlängen- intervall	Millikalorien pro Sekunde
μ		μ	
1,0—0,9	5,9	0,297	3,2
0,9—0,8	2,6	0,289	1,3
0,8—0,7	2,45	0,280	2,0
0,7—0,6	2,9	0,276	0,67
0,6—0,58	0,7	0,270	0,85
0,579	23,6	0,265	3,8
0,546	8,7	0,265—0,254	1,1
0,492	1,0	0,254	3,8
0,436	14,7	0,25—0,24	2,0
0,405	8,2	0,24—0,23	1,6
0,366	25,0	0,23—0,22	0,8
0,334	1,75	0,22—0,21	0,1
0,313	13,2	0,21—0,20	0,0
0,302	6,15		

Tabelle 18

μ	Lampe I	Lampe II	Lampe III (mit Uviolglas)
579	98	116,5	110
546	76,5	93,5	87,5
436	60	73	67
405	33,5	38,5	36,5
366	100	100	100
313	52,5	14	38
302	24,5	18,5	10,5
297	12,7	6,5	3,8

Während des Einbrennens ändert sich bei Quarzlampen die Intensität der emittierten Strahlung ganz gewaltig. HÖRNICKE hat diese Intensitätsänderungen für drei Linien $365 \mu\mu$, $313 \mu\mu$ und $257 \mu\mu$ mit Thermosäule und Spiegelgalvanometer gemessen. Er findet, daß der Verlauf für die verschiedenen Linien im wesentlichen gleich ist und daß bei einer ausgeruhten Lampe (nach vier Stunden Ruhe) die Konstanz erst nach mehr als zehn Minuten erreicht wird, nach kürzerer Pause aber wesentlich rascher. Die folgenden Kurven (Abb. 28) zeigen die Zunahme der Intensität als Funktion der Zeit. Dabei gilt a für die ausgeruhte Lampe, b nach 10 Minuten, c nach 5 Minuten, d nach 3 Minuten Pause. Die Trägheit der Apparatur scheint dabei allerdings nicht berücksichtigt worden zu sein, sonst könnte der Anstieg der Intensität nicht von Null angefangen kontinuierlich erfolgen.

Zu recht merkwürdigen Ergebnissen kommt F. SCHANZ. Er mißt mit einer lichtelektrischen Zelle die Energieverteilung im Spektrum der Sonne, einer offenen Bogenlampe, der Quarzlampe und der Nitalampe. Die in Kurvenform dargestellten Ergebnisse erweisen sich (wenn man die wegen der verschiedenen Empfindlichkeit der Zelle für die einzelnen Wellenlängen noch nötige Reduktion durchführt) als mit der bisherigen experimentellen und theoretischen Erfahrung völlig unvereinbar. So würde sich z. B. nach diesen Messungen unter Berechnung nach dem zu Temperaturbestimmungen gewöhnlich herangezogenen WIENSchen Verschiebungsgesetz ($\lambda_m T = 3000$) die Temperatur der Bogenlampe zu etwa 8000° , die der Nitalampe zu 6000° ergeben, während sie in Wirk-

lichkeit 4000°, bzw. 3000° sind. Es soll daher auf diese Arbeit hier nicht weiter eingegangen werden.

Das gleiche gilt für die Fortsetzung dieser Untersuchung durch F. KOHL und TH. BURBACH.

Vor kurzem hat PEEMÜLLER Versuche mit einer Bogenlampe mit Aluminiumseele angestellt, die eine starke Emission bei den Linien 308,2 und 309,2 $\mu\mu$ aufweist. Er hat die Spektren photographiert und an den Platten den Grad der Schwärzung mit dem KOCH-Goosschen Photometer ausgemessen. Er erhält so Kurven, welche den Grad der Schwärzung als Funktion der Wellenlänge angeben, aber die Ordinaten dieser Kurven geben natürlich nicht die Strahlungsintensität, da ja die Schwärzung je nach der Wellenlänge verschieden stark ist.

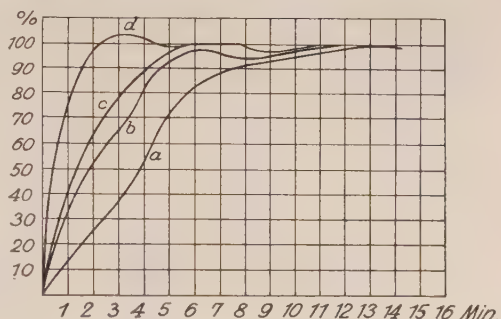


Abb. 28. Intensität der Quarzlampenstrahlung während des „Einbrennens“, a für die ausgeruhte Lampe; b, c, d nach 10 bzw. 5 und 3 Minuten Pause (nach Hörnicke)

Im folgenden (Tabelle 19) sollen noch nach den Messungen von EXNER und HASCHEK von einigen als Elektrodenmaterial, bzw. Zusätze für Bogenlampen besonders in Betracht kommenden Metallen die stärksten der im Bogen auftretenden Linien bekanntgegeben werden. Die neben den Wellenlängen stehenden Zahlen geben die (geschätzten) Intensitäten für die betreffenden Linien.

Tabelle 19

Aluminium	Blei	Kadmium	Kalzium	Magnesium	Quecksilber
256,8 (20)	239,4 (30)	298,1 (30)	393,4 (500)	277,7 (20)	253,7 (30)
257,5 (20)	257,7 (20)	313,3 (20)	396,9 (300)	277,8 (20)	289,4 (50)
265,2 (15)	261,4 (50)	325,9 (20)	422,7 (1000)	278,0 (30)	296,7 (200)
266,0 (20)	266,3 (20)	340,4 (100)	430,2 (100)	278,2 (20)	302,2 (200)
308,2 (500)	280,2 (100)	346,6 (100)	442,6 (100)	278,3 (20)	312,6 (200)
309,2 (800)	282,3 (30)	346,8 (50)	443,5 (100)	279,5 (200)	313,17 (100)
394,4 (800)	283,3 (100)	361,1 (500)	445,5 (200)	280,2 (100)	313,20 (100)
396,2 (1000)	287,3 (50)	361,3 (50)	518,9 (100)	285,2 (500)	334,2 (50)
	357,3 (200)	467,8 (50)	und viele	309,1 (20)	365,0 (100)
	364,0 (500)	480,0 (100)	schwächere	309,3 (20)	366,3 (50)
	367,2 (100)	508,6 (100)	Linien im	309,7 (20)	404,7 (100)
	368,4 (1000)	643,9 (200)	sichtbaren	382,9 (30)	435,9 (300)
	374,0 (200)			383,2 (50)	491,7 (50)
	402,0 (50)			383,8 (100)	496,0 (30)
	405,8 (100)			470,3 (20)	546,1 (500)
				516,7 (50)	576,9 (300)
				517,2 (50)	579,0 (300)
				518,4 (100)	

Das Eisen hat so viele mittelstarke und schwache Linien, daß das Spektrum bei schwacher Dispersion fast wie kontinuierlich aussieht; so sind zwischen den Wellenlängen 300 und 400 $\mu\mu$ 33 Linien mit den Intensitäten zwischen 20 und 50 und in sichtbaren 30 weitere mit den Intensitäten zwischen 20 und 50; im ganzen wurden 2392 Linien in diesem Spektrum gemessen.

Monochromatoren und Filter

Soll eine Stelle mit Strahlen von bestimmter Wellenlänge belichtet werden, wie das besonders bei Untersuchungen über die therapeutische Wirksamkeit der verschiedenen Wellenlängen notwendig erscheint, so kann das prinzipiell auf zwei verschiedene Arten geschehen. Die Strahlen der Lichtquelle können in ein Spektrum zerlegt werden, daß man entweder direkt oder nach Ausblendung der nicht gewünschten Strahlen auffallen läßt (Monochromator), oder die Strahlen gehen durch ein Filter, das nur einen bestimmten Spektralbereich passieren läßt.

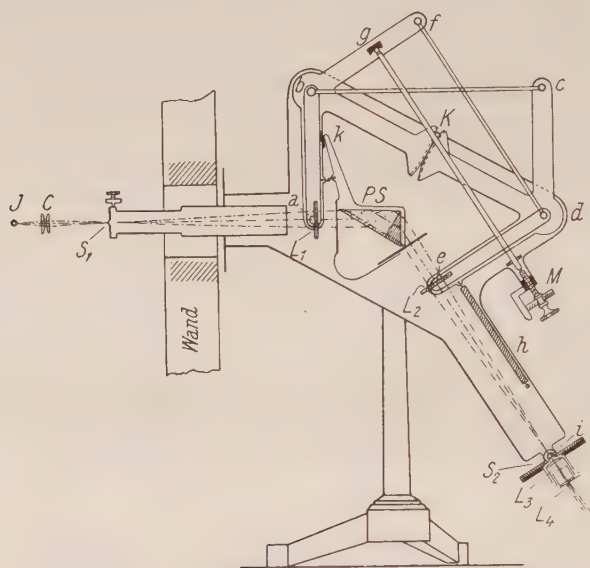


Abb. 29. Monochromator für Ultraviolett

Solche Monochromatoren sind in verschiedenen Ausführungsformen gebaut worden; speziell für das Ultraviolett ist eine Konstruktion der Firma ZEISS. Einen anderen von der Firma SCHMIDT und HÄNSCH gebauten zeigt die obige Zeichnung (Abb. 29).

Er stellt dabei die Lichtquelle dar, deren Licht durch den Quarzkondensor C auf den mikrometrisch verstellbaren Spalt S^1 konzentriert und sodann durch die Kollimatorlinse L^1 parallel gemacht wird. PS stellt ein zusammengesetztes Quarzprisma dar. Nachdem das Licht das Prisma durchsetzt hat, entwirft die Linse L^2 auf dem Schirm ein reelles Spektrum, aus dem durch den verstellbaren Spalt S^2 eine beliebige Stelle ausgeblendet werden kann. Durch die zwei Zylinderlinsen L^3 und L^4 werden diese Strahlen zu einem Rechteck abgebildet. Die Einstellung der Linsen L^1 und L^2 , sowie des Prismas für die verschiedenen Wellenlängen erfolgt an der Mikrometerschraube M, mit Hilfe des Gestänges und des Zahngetriebes K, das so berechnet ist, daß immer die auf den Spalt S^2 entfallende Wellenlänge des Spektrums scharf erscheint. Es kann so ein Rechteck von der Größe 2×3 mm erleuchtet und Licht von beliebigem, insbesondere auch ultravioletem Spektralgebiet konzentriert werden.

Als Filter kann jeder Stoff dienen, der einzelne Spektralgebiete durchläßt und andere absorbiert. Freilich kann durch eine solche Filterung im all-

gemeinen keine wohldefinierte spektrale Zusammensetzung des gefilterten Lichtes erzielt werden, da ja die Absorption, bzw. Durchlässigkeit des Filters sich im Spektrum nur ganz allmählich ändert. Im Ultraviolett ist es am leichtesten, einen mehr oder minder großen Teil der kurzen Wellen abzuschneiden. Das geschieht zunächst schon durch die Luft selbst. Nach KREUSLER absorbiert eine Luftschicht von 20 cm bei der Wellenlänge $186\ \mu\mu$ schon 8,8%. Wesentlich kürzere Wellenlängen können also größere Luftschichten nicht mehr durchdringen. Werden zur Konzentration der Strahlen oder zur spektralen Zerlegung Linsen bzw. Prismen verwendet, so bestimmt deren Absorption die äußerste Grenze des Spektrums, sofern diese kurzen Wellen von der Lichtquelle überhaupt emittiert werden. Die folgenden Zahlen (Tabelle 20) geben die Absorption einer Quarzplatte von 1 cm Dicke in Prozenten der auffallenden Strahlung (nach PFLÜGER).

Tabelle 20

Wellenlänge in $\mu\mu$	Prozentsatz der absorbierten Strahlen
222	5,8%
214	8 %
203	16,4%
186	32,8%

Die obigen Zahlen gelten für kristallinen Quarz; geschmolzener Quarz ist undurchlässiger. Eine Platte von 2,81 mm Dicke läßt z. B. nur mehr 56% der auffallenden Strahlung bei einer Wellenlänge von $210\ \mu\mu$ durch, unter $200\ \mu\mu$ überhaupt nichts mehr. Flußspat ist etwas durchlässiger als Quarz, absorbiert aber bei $186\ \mu\mu$ auch schon 20%. Gläser verhalten sich je nach ihrer Zusammensetzung sehr verschieden. Während das schon früher erwähnte Uviolglas im langwelligen Teil des Ultraviolett eine ziemlich gute Durchlässigkeit aufweist und nach verschiedenen Angaben erst bei etwa $280\ \mu\mu$ kräftig absorbiert, absorbieren die verschiedenen Gläser sonst schon bei Wellenlängen über $300\ \mu\mu$ recht stark. Die folgende Tabelle (21) zeigt dies an einigen Beispielen. Die Zahlen derselben geben nach Messungen von KRÜSS an verschiedenen Gläsern der Firma SCHOTT die durchgelassene Strahlung in Bruchteilen der auffallenden für verschiedene Wellenlängen bei einer absorbierenden Schicht von 1 cm Dicke.

Tabelle 21

	425	396	Wellenlänge in $\mu\mu$ 347	330	309
Borosilikaterown.....	0,993	0,986	0,88	0,65	0,08
Schwerstes Baryterown ...	0,965	0,941	0,28	0,07	0,0
Gew. Silikatflint	0,961	0,944	0,30	0,05	0,0
Schweres Silikatflint	0,905	0,76	0,01	0,0	0,0

Euphosglas absorbiert nach J. BLEIBAUM alle Strahlen unter $400\ \mu\mu$.

Ein Filter, welches das Ultraviolett durchläßt, das sichtbare aber absorbiert, wurde von WOOD mit Nitrosodimethylanilin hergestellt; dieses läßt nämlich das Ultraviolett oberhalb $280\ \mu\mu$ durch, während es von 370 bis $500\ \mu\mu$ wieder absorbiert. Grün und Rot wurde mit gefärbten Gläsern (Kobaltglas und Chances Signalgün) absorbiert, so daß die ganze Kombination nur das Ultraviolett des angegebenen Bereiches durchläßt. Störend wirkt dabei allerdings die Glasabsorption, die schon bei $300\ \mu\mu$ einsetzt. KALÄHNE verwendet zum gleichen Zweck neben dem Nitrosodimethylanilin Blauviolettglass von SCHOTT und zur

Absorption des Grün Fluoreszeinnatrium in Gelatinefilm. Die Firma ZEISS stellt nach LEHMANN ein Ultraviolettfilter her, das einen Doppeltrog mit zwei Wänden aus Blauviolettglas darstellt; die eine Hälfte des Troges wird mit Nitrosodimethylanilin, die andere mit Kupfersulfatlösung gefüllt und so gleichfalls alles sichtbare Licht bei guter Durchlässigkeit für das Ultraviolett absorbiert. Blauglasfilter der Firma SCHOTT lassen nach J. BLEIBAUM das Ultraviolett von 420 bis 300 μ durch. Zur Ausfilterung einzelner Spektralgebiete im sichtbaren Spektrum dienen die verschiedensten farbigen Gläser. Um spektral reines Licht durch Filter zu erhalten, kann man die einzelnen Quecksilberlinien ausfiltern; derartige Filter sind von SCHULZ mit passend gefärbter Gelatine hergestellt worden und werden von der Firma C. P. GOERZ in den Handel gebracht. Es sind fünf Filter, von denen das erste die Linien 579 und 575 durchläßt, alle anderen aber und auch das Ultraviolett absorbiert; das zweite läßt die Linie 546 durch, ein drittes 436, ein viertes 407 und 405 und das letzte 365. Von WRATTEN und WAINWRIGHTS werden ähnliche Filter für die Quecksilberlinien hergestellt. Recht störend kann bei derartigen Filtern eine Durchlässigkeit im Ultrarot wirken. Die folgende Tabelle (22) gibt nach DORNO die Durchlässigkeit im Ultrarot für die letztgenannten Filter und für zwei andere.

Tabelle 22. Filterdurchlässigkeit in Prozenten der auffallenden Strahlung

Wellenlänge in μ	Fürstenau Filter	Grünfolie Augsburg F. Bl.	α	β	γ	δ	ε	η	ϑ
0,7	77	—							
0,8	75	—	63	4	10	20	15	21	10
0,9	70	56							
1,0	68	76	66	60	47	56	60	60	52
1,1	73	81							
1,2	78	85	68	60	45	58	75	59	57
1,3	62	86							
1,4	61	86	67	54	44	55	82	63	70
1,5	68	86							
2,0	67	81	60	38	25	38	50	33	38
2,5	—	72	25	18	9	10	41	9	11
3,0	3	—	0	0	0	0	0	0	0

Literatur

Zusammenfassende Werke

KAYSER: Handbuch der Spektroskopie. Leipzig: S. Hirzel. 1900. — MARX: Handbuch der Radiologie. Leipzig: Akademische Verlagsges. m. b. H. 1920. — MÜLLER-POUILLET: Lehrbuch der Physik. Braunschweig: Fr. Vieweg. 1914. — MAYER: Lehrbuch der Strahlentherapie. Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg. 1925. — SAIDMANN: Les rayons ultra-violets en thérapeutique. Paris: Gaston Doin. 1925.

Einzelwerke und -arbeiten

BANG: Mitteilungen aus FINSSENS Medizinischem Lichtinstitut. III. 86. Über Herstellung von Bogenlicht mit Hilfe abgek. Elektroden. — DORNO: Zur Technik der Strahlenmessungen. Strahlentherapie, H. 18, S. 177. 1924. — EXNER und HASCHEK: Die Spektren der Elemente. Leipzig-Wien: F. Deuticke. 1911. — FABRY und BUISSON: Comptes Rendus 152. 1838. Sur la mesure des intensités des divers radiation d'un rayonnement complexe. 153. 93. Sur le rayonnement des lampes à vapeur de mercure. — GEHLHOFF: Über Bogenlampen mit erhöhter Flächenhellig-

keit. Zeitschr. f. techn. Physik, 1. Jg., S. 7. 1920. S. 37 dtto. (Fortsetzung des Vortrages.) — GREBE: Die Strahlung der Quecksilberserien. Physikal. Zeitschr., 11, 1121. — GROTRIAN und RUNGE: Die sogenannten Zyanbanden. Physikal. Zeitschr., 15, 545. — HAUER und KOWALSKI: Zur Photometrie der Luminiszenzerscheinungen. Physikal. Zeitschr., 15, 322. — HENRI: Eine einfache Methode zur Erhaltung eines kontinuierlichen Spektrums im Ultraviolett. Physikal. Zeitschr., 14, 516. — HÖRNICKE: Die Änderungen von Intensität und Stromverbrauch verschiedener Bestrahlungslampen speziell der Quecksilberdampf Lampe während der Einlaufzeit. Strahlentherapie, H. 20, S. 664. 1925. — JOHANNSEN: Die Energiestrahlung des Kohlelichtbogens, des Quecksilberlichtbogens und der Sonne und ihre spektrale Verteilung. Strahlentherapie, H. 6, S. 45. 1915. — KALÄHNE: Über das WORDSche Lichtfilter für ultraviolette Strahlen. Physikal. Zeitschr., 5, 415. — KOHL und BURBACH: Quantitative und qualitative Messungen an Bestrahlungslampen. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie, Bd. 29, H. 1, S. 72. 1924. — LADENBURG: Über die spektrale Energieverteilung der Quecksilberlampe aus Quarzglas. Physikal. Zeitschr., 5, 525. — LEHMANN: Filter für ultraviolette Strahlen. Physikal. Zeitschr., 11, 1039. 1910. — LUMMER: Grundlagen, Ziele und Grenzen der Leuchttechnik. München-Berlin: Oldenbourg. 1918. — PEEMÖLLER: Biologische Lichtwirkungen beim gesunden und kranken Menschen unter besonderer Berücksichtigung der Rachitis. Strahlentherapie, H. 20, S. 856. 1925. — PFLÜGER: Die Quecksilberlampe als ultraviolette Lichtquelle. Physikal. Zeitschr., 5, 414. — REYN: Die Finsenbehandlung. Berlin: Herm. Meusser. 1913. — SCHANZ: Der Gehalt des Lichtes an Ultraviolett. Arch. f. Ophthalmologie, Bd. 103, H. 1, S. 158. 1920. — SCHULZ: Verhandlungen der deutschen Physikalischen Gesellschaft, 15, 286. — SKAUPY: Über Edelgaslichtbogenlampen. Zeitschr. f. techn. Physik, 1. Jg., S. 189. 1920. — STOCKHAUSEN: Der eingeschlossene Lichtbogen bei Gleichstrom. Leipzig: Ambrosius Barth. 1907. — STUMPKE: Die medizinische Quarzlampe. Bibl. d. Phys. und Techniker. Berlin: Herm. Meusser. 1924. — WOLFKE: Verhandlungen der deutschen Physikalischen Gesellschaft, 19, 239.

Methoden der Lichtmessung im Ultraviolett

Von

Fritz Hauer-Wien

Mit 2 Abbildungen und 1 Tabelle

Die Lichtmessungen der Strahlentherapie verfolgen zwei von einander streng zu scheidende Aufgaben. Die eine davon ist eine rein physikalische, nämlich die Messung der Qualität (Wellenlänge) und Quantität (Intensität) des von der Lichtquelle emittierten, bzw. auf die zu behandelnde Stelle auffallenden Lichtes, die andere Aufgabe ist eine medizinisch-biologische, nämlich die Feststellung, welche Lichtmengen in Bezug auf Qualität sowohl, wie auf Quantität notwendig sind, um eine bestimmte Wirkung auf den Organismus hervorzubringen. Um die zweite Aufgabe, welche Gegenstand der Dosimetrie ist, zu lösen, bedarf es zuvor der Lösung der ersten Aufgabe, welche der Photometrie angehört.

Um die Strahlung einer Lichtquelle zu kennen, müssen drei Bestimmungsstücke derselben gemessen werden: Die Intensität der Gesamtstrahlung, die Verteilung der Gesamtintensität auf die einzelnen Spektralgebiete, und schließlich die räumliche Verteilung des Lichtes in der Umgebung der Lichtquelle. Die spektrale Verteilung kann allerdings an verschiedenen Stellen der Umgebung eine verschiedene sein und außerdem kann die räumliche Verteilung durch besondere Konzentrationseinrichtungen (Reflektoren, Linsen) ganz willkürlich abgeändert sein. Aus diesen beiden Gründen wird es sich empfehlen, etwa die auf den Quadratzentimeter der zu bestrahlenden Stelle auffallende Lichtmenge zu messen.

Die Intensität einer Strahlung wird in der Physik gewöhnlich durch Angabe ihres Energieinhaltes ausgedrückt, für diesen ist ein Maß gegeben durch die Wärmemenge, welche bei Umwandlung der Strahlung in Wärme, also bei der Absorption der Strahlung entsteht. Die auffallende Strahlung ist demnach bekannt, wenn für alle Wellenlängen des Spektrums die auffallende Energie in Kalorien angegeben werden kann. Über die biologische oder sonstige Wirksamkeit einer Strahlung ist freilich durch diese Angabe noch nichts gesagt, auch werden zwei Strahlenmengen gleichen Energieinhaltes, aber von verschiedener Wellenlänge oder auch nur von verschiedener spektraler Energieverteilung eine verschiedene Wirksamkeit aufweisen. Ein Beispiel hierfür bieten die Verhältnisse bei der Erythmerzeugung durch ultraviolette Strahlen. HAUSER und VALE haben gemessen, welche relativen Energiemengen bei den verschiedenen ultravioletten Quecksilberlinien dazu nötig sind, um ein eben deutlich sichtbares Erythem hervorzurufen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind durch die folgende Tabelle 1 wiedergegeben. Dabei gibt die erste Spalte die Wellenlänge der betreffenden Quecksilberlinie, die zweite die pro Zeiteinheit

auffallende Strahlungsenergie dieser Wellenlänge in willkürlichen Einheiten, die dritte die zur Erythmerzeugung notwendige Dauer der Bestrahlung, so daß also das in der vierten Spalte angeführte Produkt dieser beiden letztgenannten Werte die zur Erythmerzeugung notwendige Strahlungsenergie in willkürlichen Einheiten angibt. Dieser Energiemenge ist die Wirksamkeit der Strahlung verkehrt proportional. Die letzte Spalte bringt diese reziproken Werte mit einem konstanten Faktor multipliziert, so daß der Maximalwert gleich 100 ist und gibt damit die Erythmerzeugende Wirksamkeit der Strahlung in Perzenten der maximalen an.

Tabelle 1

Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität	Bestrahlungszeit in Minuten	Energiemenge in willk. Einheit	Wirksamkeit
313	21,1	35	740	4,5
302	8,2	7	57	58
297	4,8	7	34	100
289	2,8	40	112	30
280	2,6	45	118	28
265	4,0	45	180	19
253	7,1	30	213	16

Die Kurve II der Abb. 1, S. 86, gibt diese Abhängigkeit der Wirksamkeit von der Wellenlänge graphisch wieder.

Aus diesen Angaben geht zunächst hervor, daß ein stark ausgeprägtes Maximum der Wirksamkeit nahe der Wellenlänge $300 \mu\mu$ vorhanden ist und daß schon wenig abweichende Wellenlängen, z. B. 313, bei gleicher Energie fast gar nichts zur Erythembildung beitragen. Will man daher ein Maß für die Erythmerzeugende Wirkung einer aus verschiedenen Wellenlängen zusammengesetzten Strahlung haben, so muß für die einzelnen Wellenlängen die Energie noch mit dieser Wirksamkeit multipliziert werden, oder es kann auch mit Hilfe einer solchen Kurve bei jeder Lichtmenge bestimmter Intensität und Wellenlänge angegeben werden, mit welcher Menge des maximal wirksamen Lichtes sie äquivalent ist.

Zur Festlegung der Intensität der Strahlung könnte man an Stelle der Energie auch irgend eine mit der Intensität parallel gehende Wirkung verwenden, z. B. die Fluoreszenzerregung oder dergleichen; im allgemeinen wird sich das nicht empfehlen, da eine solche Festlegung unmöglich wird, wenn die betreffende Wirkung in einem gewissen Spektralbereich überhaupt fehlt, ein bestimmter Energieinhalt aber kommt jeder Strahlung zu. Gerade im Ultraviolett, das ja für die Strahlentherapie in erster Linie in Betracht kommt, ist freilich bei den meisten Lichtquellen die Energie gering, trotzdem die Wirksamkeit der Strahlung gerade diesem Bereiche zukommt. Es liegt daher hier besonders nahe, nicht die Energie, sondern irgend eine Wirkung der Strahlung zur Messung heranzuziehen. Immer muß man aber dann, sowie in dem vorigen Beispiel von Energiemessung und Erythmerzeugung die Angaben dieser willkürlichen Intensitätsskala mit der Wirksamkeit auf den Organismus für die verschiedenen Wellenlängen vergleichen; man kann auch die Angaben dieser beliebigen Intensitätsskala durch Eichung des betreffenden Apparates auf den Energieinhalt umrechnen. Besonders einfach wären die Messungen, wenn man eine Einrichtung hätte, deren Intensitätsskala so beschaffen wäre, daß ihre Angaben der Wirksamkeit der Strahlen proportional wäre, also daß bei gleicher auffallender Energie für verschiedene Wellenlängen die Intensitätsangaben sich so wie die Werte der oben angegebenen Kurve änderten; dann würden die An-

gaben eines solchen Instrumentes ohne weiteres ein Maß für die Erythem-erzeugende Wirkung der Strahlen geben, freilich ist damit nicht gesagt, daß das auch ein richtiges Maß für irgend eine therapeutische oder sonstige Wirkung der Strahlen wäre, denn es ist nicht erlaubt anzunehmen, daß für die verschiedensten Effekte der Strahlen die gleiche Beziehung zwischen Wirksamkeit und Wellenlänge besteht, wie für die Erythemerzeugung. Bei der starken Selektivität der Wirkung, wie sie durch die Messungen von HAUSSER und VAHLE aufgezeigt wurde (wirkt doch schon eine gegenüber der maximal wirkenden Wellenlänge um 20μ verschobene Wellenlänge fast gar nicht mehr!), erscheint es aber aussichtslos zu versuchen, ein derartiges Meßinstrument herzustellen. Für eine brauchbare Strahlenmessung muß daher unbedingt die spektrale Verteilung der Intensität berücksichtigt werden, also eine Zerlegung des Lichtes durch Spektralapparate oder Filter vorgenommen werden. Nur solche Messungen liefern eine brauchbare photometrische Grundlage, von der ausgehend die Dosimetrie dann bestimmen kann, welche Wellenlängen, Intensitäten und Bestrahlungszeiten, in den verschiedenen Fällen zur Wirkung kommen sollen. Als völlig zwecklos muß es dagegen im allgemeinen bezeichnet werden, ohne jede Berücksichtigung der verschiedenen Wirksamkeit der einzelnen Wellenlängen Intensitätsmessungen zu machen mit einem Instrument, das auf ganz andere Wellenlängen anspricht, als die tatsächlich zur Wirkung kommenden. Ein solches Instrument (z. B. mit Schwärzung der photographischen Platte anzeigend) kann nur dann richtige vergleichende Angaben liefern, wenn die spektrale Intensitätsverteilung der zu vergleichenden Lichter stets gleich ist, das ist aber, wie aus den Angaben über Intensitätsmessungen bei den künstlichen Lichtquellen hervorgeht, sogar bei ein und derselben Lampe nicht mehr der Fall, sobald deren Stromstärke geändert wird.

Die Messung der Strahlenintensität im Ultraviolett kann geschehen: durch Messung der Wärmewirkung z. B. mit Thermosäule oder Bolometer; durch Einleitung einer chemischen Wirkung insbesondere Schwärzung einer photographischen Schicht; durch die Änderung des elektrischen Widerstandes einer Selenzelle; durch die Messung des Stromes in einer lichtelektrischen Zelle; durch Messung der Intensität des von den ultravioletten Strahlen hervorgerufenen Luminiszenzlichtes.

Messung der Wärmewirkung

Eine Thermosäule zu Strahlungsmessungen besteht aus einer Anzahl hintereinandergeschalteter, winziger Thermolemente, deren gleichnamige Lötstellen nebeneinander, oder bei Anordnungen zu Messungen im Spektrum längs einer geraden (lineare Thermosäule) angeordnet sind. Um alle auffallenden Strahlen zu absorbieren, sind die Lötstellen geschwärzt, zur Herabsetzung der Wärmeverluste und Hintanhaltung störender Luftströmungen kann die Thermosäule auch in ein Vakuumgefäß eingebaut sein. Die durch die Bestrahlung hervorgerufene Erwärmung der Thermosäule ruft einen dieser proportionalen Strom hervor, der in einem hochempfindlichen Galvanometer gemessen werden kann. Die Schwierigkeit der Messung liegt darin, daß diese Ströme sehr klein sind, die elektrische Anordnung also hochempfindlich und daher gegen alle Störungen gut geschützt sein muß. An Stelle der Thermosäule kann zur Messung der durch die Strahlung hervorgerufenen Erwärmung auch ein Bolometer dienen, das ist ein dünner, geschwärzter Draht, der wie alle Metalle bei Temperatursteigerung seinen elektrischen Widerstand ändert. Diese geringen Widerstandsänderungen werden in der zu Widerstandsmessungen allgemein gebräuchlichen Brücken-

anordnung gleichfalls mit einem hochempfindlichen Galvanometer gemessen. Thermosäule und Bolometer sind die eigentlichen Strahlungsmeßinstrumente des Physikers, für Messungen der Strahlentherapie sind sie z. B. in der schon früher besprochenen Arbeit von JOHANNSEN angewendet worden. Für diese Zwecke sind sie nur in Verbindung mit einer spektralen Zerlegung des Lichtes zu gebrauchen, da sie ohne dieselbe ja fast ausschließlich auf das energiereiche Ultrarot ansprechen würden und nicht im geringsten ein Maß für das therapeutisch wichtige Ultraviolett gäben.

Photochemische Methoden

Am meisten angewendet in der Strahlentherapie scheinen die chemischen Methoden zu sein. Von FR. BERING und HANS MEYER wurde vorgeschlagen, die Oxydation des Jodwasserstoffes unter der Einwirkung des Lichtes zu verwenden. Eine wäßrige Lösung von Jodwasserstoff zersetzt sich im Licht an der atmosphärischen Luft unter Freiwerdung von Jod nach der Formel:



Der gleiche Vorgang findet auch statt, wenn wäßrige Lösungen von Jodkalium an der atmosphärischen Luft belichtet werden, da sich dabei in der Lösung Jodwasserstoff bildet, welcher in der angegebenen Weise Jod ausscheidet. Die abgeschiedene Menge ist der zur Wirkung gekommenen Lichtmenge proportional, sie wird durch Titrierung mit Natriumthiosulfat bestimmt und gibt so ein Maß für die zur Wirkung gekommene Lichtmenge.

Die von den beiden Autoren verwendete Lösung besteht aus zwei Teilen:

Lösung A	Kal. jod.	10 g
	Aqua dest.	1000 g
Lösung B	Konz. Schwefelsäure	53 g
	Aqua dest.	1000 g

Von diesen beiden Lösungen werden zum Gebrauche je 25 cem in die Meßkammer gegossen. Als solche dient ein zylindrisches Gefäß, das oben mit einem Quarzglas verschlossen ist. An diesen wird unmittelbar die KROMAYER-Lampe, zu deren Messung die Methode hauptsächlich bestimmt ist, herangebracht. Nach erfolgter Bestrahlung werden einige Tropfen einer einprozentigen Stärkelösung als Indikator hinzugegossen, wodurch die Flüssigkeit blau gefärbt wird. Zur Entfärbung dient eine $\frac{1}{400}$ n Natriumthiosulfatlösung, die tropfenweise zugegossen wird. Die Menge der zur Entfärbung verbrauchten Lösung gibt ein Maß für die abgeschiedene Jodmenge und somit auch ein Maß für die Menge des wirksamen (!) Lichtes.

Als Normaldosis wird diejenige Strahlenmenge eingeführt, welche in 50 cm Entfernung von der Meßzelle soviel Jod zur Abspaltung bringt, daß zur Entfärbung 10 cem einer $\frac{1}{400}$ n Natriumthiosulfatlösung notwendig sind. Die Strahlenmenge wird ein Finsen genannt. Bei nicht zu geringen Intensitäten ergibt sich die Wirkung dem Produkte aus Intensität und Bestrahlungsdauer proportional, so daß also mit einer nur halb so starken Strahlungsintensität in der doppelten Zeit der gleiche Effekt erzielt wird. Die hier gemessene chemische Wirksamkeit ist natürlich mit der biologischen Wirksamkeit nicht identisch und BERING und MEYER machen schon darauf aufmerksam, daß verschiedenartige Strahlenquellen bei gleicher so gemessener chemischer Wirksamkeit eine ganz verschiedene Heilwirkung zeigen können. Es kommt eben dabei, wie schon oben ausgeführt, auf die spektrale Verteilung der Energie an und die vorstehend

beschriebene Methode kann daher nur dann richtige Verhältniszahlen beim Vergleich von verschiedenen Bestrahlungen geben, wenn dabei die spektrale Energieverteilung die gleiche war.

Ein weiterer Nachteil der Methode liegt darin, daß sich ihre Empfindlichkeit gegenüber verschiedenen Wellenlängen während der Bestrahlung ändert, weil mit der wachsenden Jodausscheidung die Absorption der Flüssigkeit geändert wird. Es wurde daher von KELLER empfohlen, die Bestrahlung nur kurze Zeit wirken zu lassen, so daß nur die etwa ein Fünftel Finsen entsprechende Jodmenge ausgeschieden wird.

Von HACKRADT wurde vorgeschlagen, die Menge des ausgeschiedenen Jod nicht titrimetrisch, sondern kolorimetrisch durch Messung der Verfärbung der Lösung zu bestimmen, die Lösung wird ja (ohne Stärke als Indikator) durch die Jodabscheidung gelbbraun. Zu diesen Messungen wurde das Kolorimeter von AUTENRIETH und KÖNIGSBERGER benutzt. Es wird die zu messende Lösung mit einer in einem verschiebbaren Glaskeil befindlichen Farblösung (eine $\frac{1}{400}$ n Jodlösung) verglichen und auf einer Skala in Millimetern die Höhe abgelesen, um welche dieser Meßkeil verschoben werden mußte, um Gleichheit der Färbungen zu erzielen. Als Einheit der Lichtmenge wird dabei der hundertste Teil von 1 Finsen vorgeschlagen und dafür die Bezeichnung 1 fi gewählt. Um die nach Aufhören der Belichtung noch stattfindende Jodausscheidung zu unterdrücken, soll die Lösung durch Zusatz von Natriumbikarbonat neutralisiert werden, d. h. so viel davon zugesetzt werden, bis keine Kohlensäureentwicklung mehr eintritt.

KELLER versetzt die Jodlösung von vorneherein mit 1 ccm einer $\frac{1}{400}$ n Natriumthiosulfatlösung und beobachtet die Bestrahlungszeit bis zum Eintreten des Farbumschlages. Die Messung wird in der halben Entfernung des Abstandes Lampe—Haut angestellt. Als Einheit wird die Strahlenmenge einer ungefilterten Höhensonne gewählt, die in der Zeit des Farbumschlages in der doppelten Entfernung gegeben worden ist, sie wird als Höhensonneneinheit (HSE) bezeichnet. Es ist das gleichzeitig die mittlere Erythemdosis.

KELLER hat auch die Abhängigkeit der Reaktion von Nebenumständen studiert und dabei gefunden, daß die Reaktionszeit beeinflusst wird von dem Verhältnis Oberfläche : Volum der zu bestrahlenden Flüssigkeit; bei gleicher Oberfläche verkürzen sich die Reaktionszeiten mit geringer werdendem Volum. Bei gleichem Volum nehmen sie mit der Oberfläche ab. Die Temperatur der Lösung ist gleichfalls von Einfluß, und zwar ändert sich die Reaktionszeit pro Grad Temperaturdifferenz um $1\frac{1}{2}\%$. Steigender Säuregrad beschleunigt die Reaktion, die Konzentration der Stärkelösung spielt jedoch keine Rolle.

Von anderen photochemischen Prozessen, die zur Messung des Lichtes herangezogen werden können, sei noch auf ein von WEBSTER, HILL und EIDINOW angegebenes Verfahren hingewiesen, bei dem die durch die Strahlen in wässrigen Azetonlösungen hervorgerufene Säurebildung ein Maß für die Intensität bildet. Beobachtet wird dabei der Anstieg der Wasserstoffionenkonzentration durch die Entfärbung von als Indikator zugesetztem Methylenblau. Eine etwa 50% Azetonlösung wird mit 0,004% Methylenblau versetzt und die in einer Quarzkuvette auftretende Verfärbung bei der Bestrahlung durch Vergleich mit einer Reihe verschiedener Röhrchen bestimmt. Ferner wurde von BORDIER die Verfärbung von Ferrozyankalium herangezogen. Er tränkte Papier mit einer 20%igen Lösung dieses Stoffes und verfolgt die Änderung der Farbe, die von Gelb in Ocker übergeht. VOGEL verwendet in gleicher Weise die Farbänderung von Kaliumbikarbonat, das bei Bestrahlung braun wird.

Den naheliegendsten photochemischen Prozeß bieten natürlich die bekannten lichtempfindlichen Schichten der Photographie. Man verfolgt die unter der Einwirkung der Strahlen erfolgende Schwärzung der lichtempfindlichen Schicht und vergleicht sie mit einer Schwärzungsskala; solche Verfahren sind von PASSOW und KELLER angegeben worden. Wenn die photographische Schicht auch vorzugsweise von den kurzen Wellen beeinflusst wird, so werden dabei natürlich keineswegs nur die erythemerzeugenden Strahlen gemessen.

PASSOW verwendet ein Auskopierpapier, Herlango-Normal-Celloidin-Papier, und vergleicht die Verfärbung desselben mit einer zehnstufigen Skala, deren einzelne Stufen mit den Buchstaben A bis K bezeichnet werden.

KELLER verwendet in seinem von der Quarzlampengesellschaft in den Handel gebrachten Erythemdosimeter Aristo-Gelatine-Papier (weiß, glänzend, von BAYER u. Co.). Um einen Anhaltspunkt für den Ultraviolettanteil des beobachteten Strahlungsgemisches zu haben, bedient er sich folgender Einrichtung: Der zu belichtende Streifen wird zu einem Drittel direkt den Strahlen ausgesetzt, zu einem Drittel unter einem den langwelligen Teil des Ultraviolett durchlassendem Uviolglas, und das letzte Drittel unter gewöhnlichem, also das Ultraviolett absorbierendem Glas. Die Belichtung wird solange fortgesetzt, bis der direkt ausgesetzte Teil eine bestimmte Schwärzung erreicht hat, was durch Vergleich mit einer daneben angebrachten Testschwärzung festgestellt werden kann. Die zwei andern Drittel zeigen dann je nach der Zusammensetzung des Strahlungsgemisches recht verschiedene Schwärzungen. Ist der Unterschied zwischen unbedecktem Papier und dem mit Uviolglas bedecktem groß, so deutet das auf einen großen Gehalt an kurzwelligen, vom Uviolglas schon absorbierten, Ultraviolett hin. Ist das unter dem gewöhnlichem (also fast alles Ultraviolett absorbierenden) Glas exponierte Papier wesentlich weniger geschwärzt, als das hinter dem Uviolglas, so deutet das auf einen großen Gehalt an langwelligem (das Uviolglas, nicht aber das gewöhnliche Glas passierendem) Ultraviolett hin. Um diese Unterschiede zahlenmäßig angeben zu können, ist eine Schwärzungsskala beigegeben, auf welcher die Testschwärzung gleich hundert gesetzt ist und den anderen Schwärzungen entsprechende Zahlen zugeordnet sind. Es werden nun nach dieser Schwärzungsskala die den beiden unter Glas bestrahlten Schwärzungen entsprechenden Zahlen aufgesucht und eine beigegebene aus Versuchen hervorgegangene Tabelle gibt einen für diese Zahlenwerte geltenden Korrelationsfaktor an, mit dem die zur Erreichung der Testschwärzung notwendige Zeit multipliziert werden muß, um daraus die (mittlere) Erythemdosis zu erhalten.

Eine andere photographische Methode stellt das EDER-HECHTSche Graukeil-photometer dar. Sein wesentlicher Bestandteil ist eine von Hell zu Dunkel verlaufende Skala, ein „Graukeil“, der durch Einfließen von grau gefärbter Gelatine zwischen zwei schwach gegeneinander geneigte Spiegelglasplatten hergestellt wird. Die Färbung der Gelatine wird mit flüssiger Tusche unter Zusatz von etwas blauen und roten Teerfarbstoffen erzeugt. Die photometrisch bestimmte Dichtezunahme des Keiles pro 1 cm Länge wird „Keilkonstante“ (k) genannt. Bei der für medizinische Zwecke empfohlenen Ausführungsform ist diese Keilkonstante 0,30. Dieser Graukeil hat die Dimensionen 3×16 cm und besitzt eine auf Zelluloid gedruckte Skala mit einer Zweimillimeterteilung. Zur Messung der Strahlung wird nun ein photographisches Normalpapier durch den Graukeil durch belichtet und dann der letzte auf dem Papier dabei gerade noch sichtbar gewordene, hereinkopierte Skalenteil abgelesen. Als photographisches Papier soll dabei entweder das BUNSENSche Normalchloresilberpapier benützt

werden oder ein anderes in Bezug auf dieses geeichtes Papier, z. B. Normal-Celloidin-Papier der Firma HERLANGO. Als Lichteinheit wird die BUNSEN-ROSCOE'sche verwendet, das ist jene Lichtstärke, welche in einer Sekunde auf Normalchloresilberpapier ein bestimmtes Normalgrau hervorbringt; dieses von BUNSEN eingeführte Normalgrau wird hergestellt durch ein Gemisch von 1000 Teilen Zinkoxyd mit einem Teil reinstem Ruß. Eine von HECHT ermittelte Tabelle ergibt unmittelbar aus dem am Papier abgelesenen letzten Skalenteil die zugehörige Lichtmenge in BUNSEN-ROSCOE-Einheiten, d. h. die Anzahl Sekunden, die bei der Intensität Eins notwendig wäre, um den betreffenden Skalenstrich zu erreichen. Diese Lichtmenge, dividiert durch die in Sekunden gemessene Belichtungszeit, gibt die Intensität. Die ganze Meßmethode gilt zunächst für Tageslicht. Nach Versuchen der beiden Autoren sind die Angaben ihrer Tabelle, um für Quecksilberquarzlicht die richtigen Einheiten zu finden, mit dem Korrektionsfaktor 1,26 zu multiplizieren. Nach neueren Angaben von EDER ist auch die Keilkonstante bei Quarzlicht eine andere, als bei Tageslicht, nämlich 0,4 für den bei Tageslicht die Konstante 0,3 zeigenden Keil.

Bei allen diesen photochemischen Methoden der Strahlenmessung weiß man nicht genau, was eigentlich gemessen wird, sicherlich nicht die erythem-erzeugende Strahlung, da diese ja einen recht engen Wellenlängenbereich umfaßt, während das bei diesen Methoden wirksame Spektralgebiet wesentlich breiter ist. Es kann daher auf diese Weise auch nicht beobachtet werden, wenn sich die spektrale Energieverteilung der Lichtquelle innerhalb des auf die Meßeinrichtung wirkenden Gebietes verschiebt, wie dies z. B. bei Quecksilberlampen bei Änderung der Belastung und auch durch den Gebrauch der Fall ist. Eine Ausnahme hiervon besteht nur dann, wenn, wie dies beim Erythemdosimeter von KELLER der Fall ist, durch Vorschaltung von entsprechenden Filtern wenigstens einigermaßen auf Änderungen in der spektralen Verteilung Rücksicht genommen wird. Im übrigen können diese Methoden nur dazu dienen, eine Messung der Lichtmenge für den praktischen Gebrauch zu liefern, wobei eine bestimmte und unveränderliche Intensitätsverteilung im Spektrum fiktiv vorausgesetzt wird.

Messung mit Selen- und lichtelektrischen Zellen

Noch vorsichtiger als bei den obigen Einrichtungen müssen die Angaben des Aktinimeters von FÜRSTENAU genommen werden. Bei diesem wird die Lichtempfindlichkeit des Selen zur Messung der Strahlenintensität verwertet. Die kristallinische, graue Modifikation des Selen leitet den elektrischen Strom schlecht, bei Belichtung nimmt aber diese Leitfähigkeit zu. Um bei der geringen Leitfähigkeit einerseits den elektrischen Widerstand messen zu können, andererseits auch die Strahlung möglichst gut zur Wirkung zu bringen, müssen möglichst dünne Schichten des Selen zwischen metallischen Elektroden angebracht werden. Das geschieht bei den verschiedenen Typen von Selenzellen durch verschiedene Anordnungen, auf welche aber hier nicht eingegangen werden soll. Zwecks Messung der Strahlung wird eine solche Selenzelle in der zu Widerstandsmessungen üblichen Weise in eine WHEATSTONE'sche Brücke geschaltet und dort ihr Widerstand im belichteten und unbelichteten Zustand bestimmt. Bei der von FÜRSTENAU eingeführten Apparatur wird das Stromanzeigement der Brückenordnung so eingerichtet, daß es bei unbelichteter Zelle auf Null zeigt und bei Belichtung der die Widerstandsänderung der Zelle anzeigende Zeiger des Instrumentes über einer Skala spielt und die Intensität der Strahlung in willkürlichen Einheiten angibt.

Die Selenzelle ist in einem zylindrischen Gefäß untergebracht, das vorn durch eine Strahlen durchlässige Quarzplatte verschlossen ist. Bei Nichtgebrauch wird die Strahlung durch eine Verschußklappe abgehalten.

Nicht wesentlich störend wirken sollen dabei nach Angabe FÜRSTENAU zwei sonst recht unangenehme Eigenschaften des Sels, nämlich seine Ermüdung und Trägheit. Die Ermüdung besteht darin, daß die Widerstandsänderung des Sels bei längerer Belichtung allmählich zurückgeht, die Trägheit darin, daß die Widerstandsänderungen den Belichtungsänderungen nicht sofort folgen, insbesondere, daß nach Aufhören der Belichtung der Nullwert erst nach einiger Zeit erreicht wird. Doch sind bei den in Betracht kommenden Belichtungszeiten und Intensitäten diese Effekte nicht so stark, daß sie die Messung beeinträchtigen würden. In Bezug auf die Strahlenempfindlichkeit muß freilich hier wieder gesagt werden, daß nicht die erythmerzeugende Strahlung und auch nicht das Ultraviolett gemessen wird, sondern in erster Linie das sichtbare Licht, so daß verschiedene Lichtquellen wegen der verschiedenen spektralen Energieverteilung ihrer Strahlung auch bei gleichen Intensitätsangaben des Instrumentes eine ganz verschieden therapeutische Wirkung haben können.

Von ELSTER und GEITEL wurde der lichtelektrische Effekt als Photometerprinzip eingeführt und von DORNO wurden zahlreiche Messungen mit einer derartigen Apparatur ausgeführt. Der lichtelektrische Effekt besteht darin, daß Metalle bei Bestrahlung negative Elektrizität, Elektronen abgeben. Um diesen Effekt und damit die erregende Strahlung messen zu können, bedient man sich einer lichtelektrischen Zelle. Sie besteht aus einem in der Hauptsache meist kugelförmigen Glasgefäß, das auf seiner Innenseite zur Hälfte mit einem dünnen Metallbelag überzogen ist. Dieser hat eine leitende Verbindung nach außen und bildet die negative Elektrode der Zelle; ihr gegenüber befindet sich ein die positive Elektrode darstellender Platindraht. Die Luft ist aus dem Gefäß vollständig evakuiert und an ihrer Stelle ein inertes Gas, Argon oder Helium unter vermindertem Druck eingeführt. Soll sichtbares Licht gemessen werden, so wird als Metallbelag Kalium verwendet, das seine größte Elektronenemission bei Bestrahlung mit sichtbarem Licht gibt. Um die von der Metalloberfläche emittierten Elektronen wegzuschaffen und einen elektrischen Strom mit ihnen zu bilden, wird an die Zelle eine Spannung von etwa 100 Volt gelegt und in den Stromkreis ein empfindliches Galvanometer geschaltet. Zur Messung des Sonnenlichtes genügen dabei schon sehr empfindliche Zeigerinstrumente, die Ströme von der Größenordnung 10^{-6} Amp. zu messen gestatten. Bei geringeren Strahlungsintensitäten bedarf man eines Spiegelgalvanometers und nur bei ganz geringen, der schwieriger zu handhabenden elektrometrischen Meßmethoden. Die Stromstärke ist der Strahlungsintensität proportional.

Zur Messung der ultravioletten Strahlung benützt man eine Zelle aus Uviolglas oder Quarz (SZILLARD) und als Metallbelag Cadmium. Da die Quarzellen auch den therapeutisch nicht wichtigen kurzwelligen Teil des Ultraviolett noch durchlassen und zur Wirksamkeit bringen, sind sie zu derartigen Messungen nicht so günstig, wie die aus Uviolglas hergestellten, diese sprechen im wesentlichen auf das Spektralgebiet an, dem auch die erythembildenden Strahlen angehören. Durch die folgende Abb. 1 wird dies genauer dargestellt. Sie zeigt nach Messungen von DORNO die Empfindlichkeit einer solchen Cadmiumzelle (Kurve I) im Vergleich mit der schon früher erwähnten von HAUSER und VAHLE gemessenen erythmerzeugenden Wirksamkeit der Strahlen (Kurve II) in Abhängigkeit von der Wellenlänge. Die Kurve I stellt dabei die Stromstärke bei gleicher auffallender Strahlungsenergie in den verschiedenen Spektralgebieten dar.

Der Verlauf der beiden Kurven ist im großen und ganzen sehr ähnlich, so daß eine derartige Einrichtung zu Messungen des Gesamtultraviolett für Therapiezwecke sicherlich eher zu gebrauchen ist als eine der vorher beschriebenen

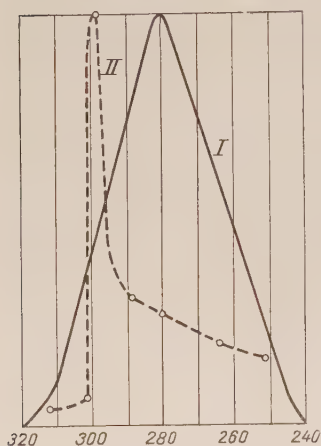


Abb. 1. Empfindlichkeit der Kadmiumzelle (I) und erythem erzeugende Wirksamkeit der Strahlen (II) in Abhängigkeit von der Wellenlänge (in $\mu\mu$)

Gitter (G) und Anode (A) die übliche konzentrische Anordnung aufweist, deren Gitterpol aber hochisoliert angeordnet ist (s. Fig. 2).

Ist dieses Gitter G negativ geladen, dann kann kein Strom in der Verstärkerröhre V zustandekommen, da die von der Kathode (K) ausgehenden Elektronen vom Gitter zurückgestoßen werden. Wird aber die lichtelektrische Zelle L bestrahlt, dann fließt in der Zelle infolge der ausgelösten Photoelektronen die Ladung des Gitters und des Kondensators C je nach der Intensität der Strahlung mehr oder weniger schnell ab. Hat nun die Gitterspannung einen bestimmten unteren Wert überschritten, so beginnt in der Röhre ein Anodenstrom zu fließen und der Anker des von diesem gesteuerten Relais R_1 wird angezogen und dadurch der Kontakt 1 und 2 geschlossen. Durch den Kontaktschluß der Federn 1 und 2 wird nun aus der Heizbatterie B_1 zunächst der Elektromagnet R_2 der Schaltuhr U betätigt, wodurch der Zeiger der letzteren um einen Teilstrich vorspringt. Gleich-

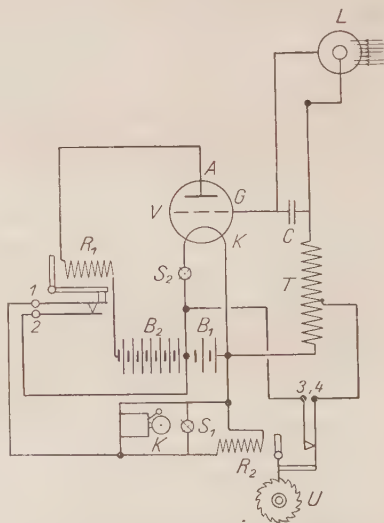


Abb. 2. Schaltungsschema des „Mekapions“ von S. Strauß

¹ Das Wort „Mekapion“ kommt daher, daß mit dem Apparat sowohl Megohme, wie Kapazitäten und Ionisationen gemessen werden können.

zeitig blitzt das Signallämpchen S_1 auf und die Klingel K ertönt kurzzeitig.

Es wird aber auch zugleich mit diesem Schaltvorgange infolge der Betätigung des Elektromagneten R_2 der „Verriegelungskontakt“ 3, 4 geöffnet, wodurch im unteren Teil der Spule T der Strom unterbrochen wird; diese Unterbrechung induziert im oberen Teil einen Stromstoß (Autotransformator), so daß das Gitter (G) und der Kondensator (C) stark negativ aufgeladen werden. Damit ist der Anfangszustand (Stromlosigkeit der Röhre) wieder hergestellt. Dieser Vorgang wiederholt sich also periodisch und sein Tempo ist von der Intensität der die Lichtzelle treffenden Strahlung abhängig. Es ist klar, daß alle Änderungen der Strahlung von dem „Mekapion“ mitgemessen werden müssen, sowie daß durch die automatische Zählung dieser Signalintervalle ein Maß für die Lichtmenge erhalten wird, die auf die lichtelektrische Zelle einwirkte.

Von Interesse ist noch, daß die Verstärkerröhre V nicht als solche, sondern nur als Ventil das „Mekapion“ betätigt, so daß es auf die genaue Einhaltung der Spannungen am Akkumulator und an der Anodenbatterie nicht sehr ankommt. Mit dem Apparat können somit mechanische Strahlungsregistrierungen, bzw. auch Registrierungen der Tageshelligkeit vorgenommen werden.

Merkwürdigerweise wurde, soweit ich gefunden habe, die Luminiszenzerregung durch Ultraviolett nie zu medizinischen Messungen herangezogen. Zu Messungen des Gesamtultraviolett wäre eine derartige Methode freilich auch nicht sehr geeignet, da die luminiszenzerregende Wirkung der Strahlen natürlich auch wieder recht verschieden ist von ihrer therapeutischen. Immerhin könnte durch passende Filterung der erregenden Strahlen und entsprechende Auswahl einer luminiszierenden Substanz eine angehende Proportionalität zwischen den beiden Wirkungen erzielt werden, so daß dann die mit irgend einer der für das sichtbare Licht gebräuchlichen Methoden gemessene Intensität des Luminiszenzlichtes eine Maß für das Ultraviolett gibt. Eine prinzipiell einer solchen gleichenden Anordnung habe ich an anderer Stelle beschrieben. Zu Messungen mit spektraler Zerlegung des Lichtes wurde z. B. eine Einrichtung von SIMON und DEFREGGER angegeben; bei ihr werden zwei Lichtquellen miteinander verglichen dadurch, daß die Intensität des einen durch rotierende Sektoren geschwächt wird. Die Gleichheit der Intensität kann dann entweder photographisch, wie sie dort durchgeführt wird oder auch durch die Luminiszenzerregung nachgewiesen werden.

Zusammenfassend muß also gesagt werden, daß im Hinblick auf die außerordentliche Selektivität der biologischen Wirksamkeit der Strahlung in Bezug auf die Wellenlänge die Mehrzahl der in der Lichttherapie gebräuchlichen Methoden der Strahlungsmessung im Ultraviolett sehr unbefriedigend sind, denn es wird meist ein ganz anderes Spektralgebiet gemessen, als tatsächlich zur Wirkung kommt. Eine exakte Messung ist ohne spektrale Zerlegung des Lichtes unmöglich. Nur auf solchen Messungen läßt sich eine genaue Dosimetrie aufbauen und läßt sich angeben, welche Strahlen für die verschiedenen Fälle der Therapie die größte Wirksamkeit haben. Für den praktischen Gebrauch leisten Methoden, bei welchen breite Spektralgebiete der Strahlung zur Wirkung kommen, kaum mehr als eine Messung der Stromstärke in der Lampe und der Bestrahlungszeit, denn Änderungen in der Intensität des wirksamen Strahlungsgebietes kommen dabei nicht entsprechend zur Geltung. Auch für den praktischen Gebrauch muß entweder durch Filterung der Strahlen oder durch Wahl eines

entsprechend selektiv ansprechenden Photometers, wie z. B. die Cadmiumzelle, dafür gesorgt werden, daß wenigstens annähernd die wirksamen Spektralgebiete gemessen werden.

Literatur

BERING-MEYER: Methoden zur Messung der Wirksamkeit violetter und ultravioletter Strahlenquellen. *Strahlentherapie*, H. 1, S. 189. 1912. — DORNO: Über ultraviolette Strahlung. *Strahlentherapie*, H. 14, S. 25. 1922. — DERSELBE: Zur Technik der Strahlenmessungen. *Strahlentherapie*, H. 18. 1924. — EDER: Ein neues Graukeilphotometer. Halle: Knapp. 1920. — DERSELBE: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien. Math.-naturw. Klasse, II. a. 131. 1922. Die Photometrie der Quarzquecksilberlampe mit Bezug auf die Messung der Strahldosen in der Therapie. — ELSTER und GEITEL: Die Verwendung lichtelektrischen Kadmiums und Zinkes. *Physikal. Zeitschr.*, 15, 1. 1914. — FÜRSTENAU: Dosierbare Lichttherapie. Zellen zur Photometrie des ultravioletten Sonnenlichtes. *Dtsch. med. Wochenschr.*, 46. Jg., S. 1362. 1920. — DERSELBE: Über die Grundlagen der Medizinischen Lichtdosierung. *Dosierbare Lichttherapie*. S. 296. FÜRSTENAU-Aktinimeter und Lichtdosierung. S. 653. *Dtsch. med. Wochenschr.*, 47. Jg., S. 127. — DERSELBE: Das Aktinimeter. *Strahlentherapie*, H. 12, S. 291. 1921. — HACKRADT: Kolorimetrische Dosierung ultravioletter Strahlen künstlicher Lichtquellen (KROMAYERSche Quarzlampe und Höhensonne) mittels des AUTENRIETH-KÖNIGSBERGERSchen Kolorimeters. *Strahlentherapie*, H. 10, S. 1137. 1920. — DERSELBE: Die Anwendung des MEYER-BERINGSchen Verfahrens zur Ausdosierung der künstlichen Höhensonne. *Strahlentherapie*, H. 11, S. 803. 1920. Kammerv Verfahren und Papierverfahren zur Messung chemisch wirksamer Strahlen. S. 1049. — DERSELBE: Über das Hauterythem. *Strahlentherapie*, H. 14, S. 77. 1922. Über den Ablauf einer photochemischen Reaktion vom Standpunkte des Massenwirkungsgesetzes und der Wahrscheinlichkeit. S. 57. — HAUER: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Kl. II. a. Bd. 127 vom Jahre 1918. Die Luminiszenzerscheinungen der Sidotblende. — HAUSSER und VAHLE: Die Abhängigkeit des Lichterythems und der Pigmentbildung von der Schwingungszahl (Wellenlänge) der erregenden Strahlung. *Strahlentherapie*, H. 13. 1921. — KELLER: Die Verwendbarkeit des FÜRSTENAU'schen Aktinimeters für Höhensonnen. *Dtsch. med. Wochenschr.*, 47. Jg., S. 473. 1921. — DERSELBE: Über praktische und biologische Höhensonnendosierung; Höhensonneneinheit. *Dtsch. med. Wochenschr.*, 48. Jg., S. 346. 1922. — DERSELBE: Über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung. *Strahlentherapie*, H. 16, S. 52. 1923. (S. 301, 357, 824 dasselbe.) — DERSELBE: Über die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung. *Strahlentherapie*, H. 17, S. 197. 1924. Erythemdosimeter zur Dosierung ultravioletter Lichtquellen. S. 420. — DERSELBE: Über die Wirkung des Lichtes auf Leukozyten (m Gewebe. *Klin. Wochenschr.*, 2. Jg., S. 518. 1923. — DERSELBE: Über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung. *Klin. Wochenschr.*, S. 853. 1924. — PASSOW: Beitrag zur Photometrie ultravioletten Lichtes. *Arch. f. Augenheilk.*, Bd. 90, S. 1231. 1921. — ROLLIER: Die Praxis der Sonnenbehandlung der chirurgischen Tuberkulose und ihre klinischen Erfolge. *Strahlentherapie*, H. 4, S. 507. 1914. — S. STRAUSS: Der Dosiszähler „Mekapion“ und seine Meßgenauigkeit. *Strahlentherapie* 26. 200, 1927. — SZILARD: Sur un actinomètre à lecture directe destiné à la mesure de l'ultraviolet solaire. *Comptes rendus*, 178. 1924.

Die allgemeinen Grundlagen der Lichttherapie

Von

Walther Hausmann-Wien

In vielen Zweigen der praktischen Medizin ist das therapeutische Können der theoretischen Erkenntnis vorausgegangen. Ähnlich liegt es auch bei der Lichttherapie. Von einer restlosen Erklärung des Erzielten kann nicht die Rede sein. Wir müssen uns im wesentlichen damit begnügen, Erfahrungen aus Biologie und Pathologie zu besprechen, die allem Anscheine nach die Grundlage des therapeutischen Geschehens bilden.

Zunächst sollen einige allgemeine Bemerkungen über das physiologische Lichtverhalten des Menschen und der Tiere mitgeteilt werden.

Das Licht ist für den Ablauf der Lebensfunktionen des Menschen und der Tiere nicht unbedingt nötig. Mit dieser Feststellung ist schon gesagt, daß alles, was wir von Lichtwirkung auf Mensch und Tiere anführen können, sich nur auf Lichtfunktionen bezieht, die sich zwar unter physiologischen oder pathologischen Bedingungen abspielen können, daß aber alle diese Funktionen mit dem Leben tierischer Organismen im Sinne von Sein oder Nichtsein nichts zu tun haben. Hierin ist ein tiefgreifender Unterschied zwischen tierischen und einem sehr großen Teile der pflanzlichen Lebewesen gegeben.

Und fragen wir uns nun weiter. Das Licht ist also, wie wir eben gehört haben, zum tierischen Leben nicht unbedingt nötig. Welche Funktionen hat es dann überhaupt, die es so wichtig erscheinen lassen, wie man mit Recht annimmt? Mit anderen Worten: Was kann es bewirken?

Da glaube ich folgendes sagen zu können. Man kann eine ganze Reihe von Lichtwirkungen anführen, wie dies gleich versucht werden soll. Man ist aber, insofern es sich um physiologische Lichtwirkungen handelt, nicht recht in der Lage, zu einer einheitlichen und erschöpfenden Auffassung dieser Lichtinflüsse zu gelangen. Zumindest scheint mir dies bisher der Fall zu sein. Ich habe den Eindruck, als wäre dies unter pathologischen Bedingungen nicht so ausgesprochen. Hier ist es eher möglich, das bisher Bekannte einheitlich zu beurteilen. Mit diesen Einschränkungen sei nun nachstehendes über Lichtwirkung auf Mensch und Tier gesagt.

An allen biologischen Lichtwirkungen ist eine Reihe von Faktoren beteiligt, die das Zustandekommen und den Ablauf dieser Prozesse entscheidend beeinflussen.

Dies sind:

1. Die Lichtquelle.
2. Die Entfernung zwischen Lichtquelle und Objekt, sowie die Richtung der Lichtstrahlen.
3. Der Einfluß des Mediums zwischen Lichtquelle und biologischem Objekt.
4. Das Objekt selbst in seinem Verhalten zum Lichte.
5. Die Umgebung des biologischen Objektes.

Im wesentlichen verlaufen die im ganzen zu übersehenden biologischen Lichtreaktionen an einfachen Lebewesen in der Weise, daß zunächst ein Reiz gesetzt wird, der der Eigenart des betreffenden Lebewesens entsprechend von einer Reaktion beantwortet wird. Ist die Reizwirkung eine übermäßige, so tritt Schädigung ein. Schließlich kann der Tod des Lebewesens erfolgen.

Die Strahlenwirkung ist nicht unbedingt an bestimmte Spektralgebiete gebunden, die strahlende Energie an sich ist das wirksame Prinzip.

Nach dem GROTHUS-DRAPERSchen Gesetz sind nur jene Strahlen photo-biologisch wirksam, die absorbiert werden. Deshalb wirken kurzwellige, ultraviolette Strahlen, die von allen Geweben weitgehend verschluckt werden, ganz allgemein. Die Wirkung längerwelliger Strahlenbezirke tritt in der Regel durch die Wirkung lichtabsorbierender Pigmente in Erscheinung. Bei genügender Intensität sind aber auch längerwellige Strahlen an sich biologisch wirksam. In erhöhtem Maße gilt dies von den dunklen Wärmestrahlen um $1200 \mu\mu$. Wir können annehmen, daß Spektralgebiete im Bereiche von etwa $160 \mu\mu$ bis zu einer Wellenlänge von etwa $2000 \mu\mu$ Reizwirkungen auf das Zellplasma entfalten können.

Das BUNSEN-ROSCOE'sche Gesetz, daß „innerhalb sehr weiter Grenzen gleichen Produkten aus Intensität und Insulationsdauer gleiche Schwärzungen auf Chlorsilberpapier von gleicher Intensität entsprechen“, tritt im wesentlichen auch bei photobiologischen Reaktionen in Erscheinung.

Nach dem Vorgange von FRÖSCHEL hat das Gesetz für die Physiologie folgende allgemeine Formulierung erfahren: „Gleiche Energiemengen rufen gleiche Erregungen hervor“ (Hyperbelgesetz). Es kann demnach eine bestimmte Energiemenge bei großer Lichtintensität in kurzer Zeit, bei geringerer Intensität in längerer Zeit geliefert werden. Der Effekt bleibt derselbe. Für das menschliche Auge wurde von WEISS und LAQUEUR gezeigt, daß der Schwellenwert der Lichtempfindung derselben Gesetzmäßigkeit unterliegt. Auch bei der bakteriziden Wirkung kurzwelliger Strahlen ist kürzlich von FR. LANGE die Gültigkeit des Gesetzes von BUNSEN-ROSCOE erprobt worden. Bei der photochemisch bewirkten Hautentzündung konnte jedoch L. FREUND die BUNSEN-ROSCOE'sche Reziprozitätsregel nicht beobachten, während sie nach PH. KELLER auch hier in Geltung steht.

Zwischen dem Beginn der Belichtung und dem nach außen hin merklichen Eintritte der photobiologischen Reaktionen verstreicht in der Regel eine bestimmte Latenzzeit. Auch bei photochemischen Prozessen sind derartige Reaktionsverzögerungen häufig beobachtet worden. Es geht jedoch nicht an, die „photochemische Induktion“ ohne weiteres mit den Latenzerscheinungen bei photobiologischen Prozessen in Parallele zu setzen.

Ferner besteht kein Anhaltspunkt dafür, daß diese Latenzzeit, soweit es sich nicht um Reaktionen isolierter, nicht mehr lebensfähiger Zellen (z. B. Erythrozyten) und ähnlicher Objekte handelt, in anderem als ziemlich äußerlichem Vergleiche mit „photochemischer Induktion“ angeführt werden kann.

Die biologischen Latenzzeiten, die nach Belichtung beobachtet werden, sind um so kürzer, je intensiver die Belichtung ist; ihr Auftreten ist nicht unbedingt an Lichteinwirkung bestimmter Wellenlängen gebunden. Immerhin sind größere Latenzzeiten häufiger bei Einwirkung Lichtes kürzerer als von längerer Wellenlänge zu beobachten. Ein bekanntes Beispiel ist die sofort eintretende Rötung der menschlichen Haut nach Bestrahlung mit Wärmestrahlen, während das photochemische, auf ultraviolette Strahlen zurückzuführende Erythem erst nach einiger Zeit in Erscheinung tritt.

Auch ist in diesem Zusammenhang auf die mit ungemein großer Latenzzeit einhergehenden Reaktionen hinzuweisen, die ihre Entstehung der Bestrahlung mit äußerst kurzwelligem Röntgenlicht oder der wesensgleichen γ -Strahlung des Radiums verdanken.

Die lichtbewirkten Veränderungen der tierischen Organismen lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen und zwar:

1. Die direkten, unmittelbaren Lichtwirkungen;
2. die indirekten, mittelbaren Lichtwirkungen.

Die direkten Lichtwirkungen sind jene Lichtreaktionen, bei denen das Licht die betreffende Körperstelle oder das Organ oder Organsystem selbst bestrahlt. In die Gruppe der indirekten Lichtreaktionen gehören die Lichtwirkungen, bei denen nicht unmittelbar von der Bestrahlung erfaßte Körperteile oder Organsysteme auf Licht reagieren. Eine direkte Lichtwirkung ist z. B. die Erregung der Netzhaut durch Licht, eine indirekte die Empfindung des Gesehenen im Hirne. Mit Ausnahme der Lichtreaktion der Körperoberfläche und der angrenzenden Gewebe, sowie des Auges sind alle tierbiologischen Lichtprozesse als indirekte zu bezeichnen.

Es mag gleich an dieser Stelle vorweggenommen werden, daß die indirekten Wirkungen für die Heilvorgänge von weit erheblicherer Bedeutung zu sein scheinen, als die direkten. Auch glaube ich, daß manche der bisher als direkte Lichtwirkungen gedeuteten Prozesse in die Klasse der mittelbaren gehören. Dies geht z. B. aus den laryngologischen Erfahrungen hervor, über die O. STRANDBERG in diesem Handbuche berichtet.

In vielen Fällen kommt direkte und indirekte Wirkung zusammen vor.

Bei den indirekten Lichtwirkungen im weitesten Sinne sind noch die Mitteilungen O. KESTNERS anzuführen. Dieser Forscher nimmt an, daß eine ganze Reihe von Lichtwirkungen durch die Einatmung von Körpern verursacht werden, die durch das Licht aus der Luft gebildet würden.

Doch sind derartige Befunde mit großer Vorsicht zu beurteilen. So konnte es z. B. LEONHARD HILL nicht bestätigen, daß die Rattenrachitis durch Inhalation einer mit kurzwelligen Strahlen bestrahlten Luft gebessert wird. Die günstige Wirkung war in diesen Fällen auf die Strahlenwirkung auf die in dem Käfig befindlichen Sägespäne zurückzuführen, die hiedurch eine antirachitische Substanz erhalten. Die geringsten, von den Ratten verzehrten Mengen genügten, um die Rachitis zu verhüten.

In jüngster Zeit ist über derartige „Lichtwirkungen“ häufig berichtet worden. Vorbestrahlte Stoffe entfalten bei der Verfütterung und auch in anderer Beziehung Wirkungen, die sie vorher nicht aufgewiesen haben.

Solche Beobachtungen sind insbesondere bei der Vitaminforschung gemacht worden. Es erhebt sich die Frage, ob man überhaupt berechtigt ist, hier von einer biologischen Lichtwirkung, wenn auch im weitesten Sinne, zu reden. Ich glaube nicht, daß dies ohneweiters der Fall ist. Mit demselben Rechte könnte man, wenn ich die Frage richtig übersehe, die Wirkung irgend eines durch eine höhere Temperatur aus einem anderen Stoffe erzeugten Heilmittels mit einer biologischen Wärmewirkung identifizieren. Doch kann hiedurch die Aufklärung gleichsinnig verlaufender, lichtbiologischer Prozesse erfolgen, wie z. B. bei der Cholesterinbestrahlung.

Wird, wie dies allem Anscheine nach bei der Rachitis der Fall ist, der wirksame Körper im Organismus selbst unter dem Einflusse der Bestrahlung gebildet, so handelt es sich natürlich um eine biologische, indirekte Lichtwirkung.

Aus der Fülle des vorliegenden Materiales seien hier nur die letzten Ergebnisse der klassischen Untersuchungen von F. A. HESS und P. WINDAUS kurz wiedergegeben, die sich an HULDSCHINSKYs klinische Entdeckung anschlossen.

Es gelingt, die experimentelle Rattenrachitis durch Lebertran oder durch Bestrahlung zu heilen. Derselbe Effekt kann, wie schon erwähnt, durch Verfütterung bestrahlter Nahrungsmittel erzielt werden. Daraus wurde der Schluß gezogen, daß diese Nahrungsmittel ein Provitamin enthalten, das ebenso wie das Provitamin der Haut durch Bestrahlung in das eigentliche Vitamin übergeführt wird. HESS, ROSENHEIM und STEENBOCK hatten nun gezeigt, daß bestrahltes Cholesterin antirachitisch wirkt.

Als einzige, auf nichtbiologischem Wege nachweisbare Veränderung des Cholesterins durch Bestrahlung wurde das Verschwinden des Absorptionsvermögens in den Wellenlängen $\lambda = 280$ bis $300 \mu\mu$ nachgewiesen. Von besonderem Interesse ist es nun, daß die Auslöschung im Ultraviolett, deren Verschwinden mit dem Entstehen der antirachitischen Eigenschaft des Cholesterins parallel geht, nach den Untersuchungen von POHL nicht auf das Cholesterin selbst, sondern auf eine in sehr geringen Mengen vorhandene Verunreinigung zurückzuführen ist. Ergosterin, ein in Pilzen vorkommendes Sterin, weist dieselbe Absorption im Ultraviolett auf. Durch Bestrahlung von Ergosterin konnte nun in der Tat ein experimentell höchst wirksames Antirachitikum erhalten werden, das nach den Untersuchungen von GRÖGER auch die klinische Rachitis heilt.

Neuerdings sind vor allem durch die grundlegenden Untersuchungen von W. VÖLTZ und von F. A. HESS und seinen Mitarbeitern weitere ganz besonders interessante Fälle von indirekter Lichtwirkung bekannt geworden, die vielleicht das Verbindungsglied der eigentlichen indirekten Lichtwirkungen mit der Wirkung vorbestrahlter Stoffe darstellt. Es ist dies die antirachitische Wirkung der Milch bestrahlter Mütter.

Nur wenige lichtbiologische Vorgänge können nicht auch durch anderweitige Reize chemischer oder physikalischer Natur verursacht werden. Das sind lichtspezifische Reaktionen sensu strictiore, im Gegensatz zu vollkommen oder nahezu unspezifischen Lichtreaktionen.

Als Beispiel einer streng spezifischen Lichtreaktion kann die Kohlensäureassimilation chlorophyllführender Pflanzen, als Beispiel einer nicht streng spezifischen Lichtreaktion, bei der jedoch Lichtwirkung an erster Stelle zu nennen ist, vielleicht die Pigmentbildung erwähnt werden. Auch die Ultravioletttherapie der Rachitis nach HULDSCHINSKY gehört zu den nicht streng spezifischen Lichtwirkungen. Den Typus einer völlig unspezifischen Reaktion stellt etwa die Hervorrufung eines Malariaanfalles nach Bestrahlung mit ultravioletten Strahlen vor.

Es wurde schon in den einleitenden Zeilen darauf hingewiesen, daß eine Lebensnotwendigkeit für Mensch und Tier im Sinne von Sein oder Nichtsein nicht besteht. Dies gilt für ein oder mehrere Lebensalter der betreffenden Art. Bei dauerndem Lichtentzug durch zahlreiche Generationen hindurch tritt Lichtentwöhnung, Anpassung an die Dunkelheit derart ein, daß diese Organismen zum Leben im Lichte nicht mehr geeignet erscheinen (Augenverkümmern, Pigmentlosigkeit).

Im Gegensatz hiezu ist Lichtgewöhnung vielfach beobachtet worden. Die Gewöhnung an das Licht wurde in jüngster Zeit eingehend studiert. Man hatte angenommen, daß die lichtbewirkte Pigmentierung der Haut im wesentlichen die Ursache des Lichtschutzes bei wiederholten Bestrahlungen mit kurzwelligem Licht sei. Für diese Auffassung sind insbesondere die For-

schungen von UNNA und FINSSEN maßgebend gewesen. JESIONEK hat nachdrücklich darauf hingewiesen, um wieviel größer die Lichtempfindlichkeit der Hautpartien ist, die unter gewöhnlichen Bedingungen nicht dem Lichte ausgesetzt sind, als die der belichteten, an das Licht gewöhnten Hautstellen.

Zuerst hat wohl K. A. HEIBERG daran gedacht, daß neben dem Pigment noch andere Faktoren dazu beitragen, die lichtbehandelte Haut undurchsichtiger und dadurch unempfindlicher zu machen (z. B. stärkeres Wachstum der Basalzellschicht, dichter gestellte Kerne). Es handelte sich hier um eine Gewöhnung, bei der der wirksame Reiz bei dem gewöhnten Organismus die für diesen Reiz empfindlichen Zellen nicht mehr zu erreichen vermag.

Auf anderer Grundlage beruht die Art der Lichtgewöhnung, die unabhängig voneinander durch KELLER, P. S. MEYER und PERTHES beschrieben wurde. Diese Autoren sind zu der prinzipiell wichtigen Feststellung gekommen, daß es bei der Lichtgewöhnung der menschlichen Haut keines Pigmentschutzes bedürfe. Mit dieser Entdeckung steht auch WITHS Hinweis über die Gewöhnung vitiliginöser Hautstellen gegen Belichtung im Einklang. Doch lassen noch unveröffentlichte Versuche von W. HAUSMANN und M. SPIEGEL-ADOLF über gesteigerten Lichtschutz durch vorbestrahlte Eiweißkörper daran denken, daß es sich auch bei dieser Art des Lichtschutzes um eine Abschirmung der Strahlen handelt. (Näheres vgl. den Beitrag G. POLITZER, S. 114.)

Bei Besprechung von Abwehrmaßregeln der Organismen gegen das Licht ist noch auf antagonistische Wirkungen verschiedener Strahlenbezirke hinzuweisen, ebenso wie auch gleichsinnige Beeinflussungen biologischer Strahleneffekte durch andere Lichtstrahlen anzunehmen sind.

E. HERTEL hat gezeigt, daß beleuchtete, chlorophyllkörperhaltige Infusorien bei kurzwelliger Bestrahlung weniger rasch eingehen, als wenn die Bestrahlung im Dunkeln erfolgt. Herr und Frau HENRY fanden, daß die Verlangsamung der Protoplasmabewegung durch kurzwellige Strahlen eine geringere war, wenn zur selben Zeit mit sichtbarem Lichte bestrahlt wurde. HESS und seine Mitarbeiter sahen, daß die Wirkung der sichtbaren Strahlen die Heilwirkung ultravioletter Strahlen bei der Rachitis aufhebt. LEONHARD HILL wies kürzlich darauf hin, daß die immobilisierende Wirkung kurzwelliger Strahlen auf Infusorien bei Anwesenheit roten Lichtes wesentlich beeinträchtigt sein kann. HARRIS hat schließlich gesehen, daß die von ihm beobachtete Beeinflussung des Gesamtstoffwechsels durch kurzwellige Strahlen ebenfalls durch langwellige Lichtstrahlung herabgesetzt werden kann. Allerdings hat kürzlich LEONHARD HILL sowohl seine eigenen Beobachtungen, ebenso wie die von HARRIS als nicht stichhaltig erklärt. Auch auf anderen Gebieten ließen sich derartige antagonistische Lichtwirkungen, die vor kurzem von G. POLITZER und F. SCHEMINZKY eingehend studiert wurden, vielfach anführen.

In zahlreichen Untersuchungen ist die Wirkung des Lichtes auf die Grundstoffe des tierischen Körpers studiert worden. Inwiefern sich aus diesen Beobachtungen Schlüsse über den Einfluß des Lichtes auf Lebensvorgänge ziehen lassen, ist noch weiter zu untersuchen. Doch ist anzunehmen, daß — abgesehen von der Lichtwirkung auf das Auge und auf kleine auch von der kurzwelligen Strahlung in toto erfaßten Lebewesen — diese direkten Lichtbeeinflussungen der Grundstoffe nicht von sehr erheblicher Bedeutung sind.

Bei den Eiweißkörpern wurde von DREYER und HANSEN zuerst die koagulierende Lichtwirkung beschrieben. Säure unterstützt den Koagulations-

prozeß. W. STARLINGER fand, daß bei Belichtung des Plasmas bei Anwesenheit fluoreszierender Stoffe oder von Eiweißsalzen eine Stabilisierung der gröbstdispersen Fraktion des Plasmas in Erscheinung tritt. R. MOND beobachtete, daß die Zustandsänderung der Eiweißkörper unter kurzweiliger Bestrahlung sehr mannigfaltig ist. Noch bevor sichtbare Veränderungen eintreten, werden Viskosität, Oberflächenspannung, Fällbarkeit durch Ammonsulfat, Alkohol und Hitze in beträchtlicher, für die einzelnen Eiweißfraktionen charakteristischer Weise beeinflußt. Aus neuesten Untersuchungen von SPIEGEL-ADOLF an elektrodialytisch gereinigtem Serumalbumin scheinen physikalisch-chemische Unterschiede zwischen dem Produkte der Licht- und demjenigen der Hitzeoagulation hervorzugehen. Ferner vermögen gewisse Elektrolytzusätze, die das Eintreten von Hitzeveränderungen verhindern, bei Einwirkungen von ultravioletten Strahlen wohl die sichtbare Koagulation, nicht aber die Denaturierung hintanzuhalten. Die Frage der Einwirkung langweiliger Strahlen auf Eiweiß scheint noch nicht geklärt zu sein. Doch ist nach den grundlegenden Untersuchungen von KARL NEUBERG kaum mit einer merklichen Beeinflussung der Eiweißlösung durch sichtbares Licht ohne Anwesenheit irgend welcher Katalysatoren zu rechnen.

Auch Kohlehydrate und Fette werden durch Licht verändert, Blutfarbstoffe weitgehend destruiert.

Die Wirkung der Belichtung auf die Fermente umfaßt den Lichteinfluß auf die Fermente als solche, ferner auf den fermentativen Prozeß. Die Lichtwirkung kann in Fermentzerstörung, Hemmung oder Förderung der Fermentwirkung bestehen. Im Gegensatz zu unseren bisherigen Kenntnissen über die Lichtbeeinflussung der tierischen Grundstoffe sind die Beobachtungen über Lichtwirkungen auf isolierte Fermente zum Teil wohl eher dazu angetan, unsere Kenntnisse von dem Einflusse des Lichtes auf fermentative Vorgänge unter natürlichen Bedingungen zu fördern.

Bei genügender Belichtung werden die Fermente unwirksam. Ihre Lichtempfindlichkeit ist jedoch in der Regel geringer als die der Toxine. Von Bedeutung ist die Beobachtung PINCUSSENS, des besten Kenners dieses Gebietes, daß das ans Substrat gebundene Ferment durch Strahlung weit weniger geschädigt wird, als frei vorhandenes. Auch andere Stoffe, welche Fermente absorbieren, wirken in gleichem Sinne. PINCUSSEN zeigte, daß die Beeinflussung fermentativer Vorgänge durch Licht von verschiedenen Bedingungen abhängig ist. Es ergab sich, daß vor allem die Verdünnung der Fermentlösung, ferner die Reaktion und verschiedene Stoffe einen Einfluß auf die Schädigung durch Licht ausüben können. Nach PINCUSSEN scheint übrigens nur ein Teil des Fermentes, wenn man eine Zerteilung des Fermentes annimmt die kolloide Komponente, durch die Strahlung geschädigt zu werden, wie dies z. B. PINCUSSEN und KATO für die Sojaurease zeigen konnten. In der Folge untersuchte PINCUSSEN die Lichtempfindlichkeit der Fermente, die nach WILLSTÄTTER weitgehend von Beimengungen gereinigt waren. Auch hier ergab sich Zunahme der Lichtempfindlichkeit, wenn das geprüfte Ferment zunehmend von anderen Beimengungen, seien es fremde Fermente, seien es Ballaststoffe, befreit wurde.

Die bisher beobachteten Hemmungen von Enzymwirkungen durch Licht sind im wesentlichen auf teilweise Vernichtung des Enzymmoleküls zurückzuführen. Andererseits sind gesteigerte Wirkungen von Fermenten nach Belichtung bekannt geworden.

Fermente können durch die Strahlen des sichtbaren wie des ultravioletten Anteiles des Spektrums vernichtet werden. Die Wirkung der längerweiligen Strahlen ist an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden.

Nachstehend sind nur einige besonders wichtige, spezielle Angaben über die Wirkung des Lichtes auf Fermente hervorgehoben. R. GREEN fand, daß Amylase durch kurzwellige Strahlen zerstört wird. Demselben Autor ist die prinzipiell wichtige Feststellung zu verdanken, daß die sichtbaren Lichtstrahlen dieses Enzym durch Aktivierung des Zymogens fördern, allerdings kann es sich hier, wie auch in den Versuchen von BERING und MEYER (siehe unten) um Wärmewirkung der sichtbaren Lichtstrahlen handeln (vgl. C. SONNE).

Von besonderem biologischen Interesse ist die Beobachtung von FR. BERING und H. MEYER, daß belichtete Peroxydase nach Belichtung gesteigerte Wirkung entfaltet; ist die Belichtung eine stärkere, so wird auch hier die Fermentwirkung gehemmt.

Je kurzwelliger die Strahlen werden, um so größer ist die Wirkung auf das Oxydationsferment. Nach diesen Untersuchungen können aber auch längerwellige, ziemlich tief penetrierende Strahlen die Wirkung oxydativer Fermente steigern. Tierische Galle und Hämatoporphyrin, die von HAUSMANN als Sensibilisatoren erkannt wurden, sowie Ferrisulfat, dessen Wirkung als photochemischer Katalysator NEUBERG beschrieben hat, steigern nach FR. BERING und H. MEYER die fördernde Wirkung des Lichtes auf die Wirkung der Peroxydase. Spätere Untersuchungen FR. BERINGS an roten Gänseblutkörperchen ergaben eine, wenn auch unbeträchtliche Anregung der Zellatmung nach Bestrahlung mit langwelligen und kurzwelligen Lichtstrahlen. A. GOTTSCHALK und W. NONNENBRUCH bestrahlten Froschmuskelbrei in Glaskölbchen mit der künstlichen Höhensonne. Kürzere Bestrahlung bewirkte mäßige Beschleunigung der Gewebsatmung überlebender Froschmuskelzellen, länger dauernde Einwirkung (60 bis 90 Minuten) hemmte.

Daß durch Belichtung intrazellulär wirkende Fermente *intra vitam* beeinflußt werden können, geht auch aus der grundlegenden Arbeit von WOLFGANG OSTWALD über den Peroxydase- und Katalasegehalt verschiedener heliotropischer Tiere hervor. Seine Untersuchungen über den Einfluß der Belichtung auf den Peroxydasegehalt lebender Porthesiaräupchen ergaben, u. a. daß der Katalasegehalt dieser Räupchen durch Belichtung in demselben Maße zerstört wird, wie sich der Peroxydasegehalt vermehrt. Die Förderung irgend eines im Organismus ablaufenden fermentativen Prozesses durch Licht kann demnach ebenso dadurch bedingt sein, daß der betreffende Prozeß an sich eine Beförderung erfährt, wie dadurch, daß ein antagonistisch verlaufender, ebenfalls fermentativer Vorgang durch die Belichtung gehemmt wird.

L. PINCUSSEN hat in Analogie mit der Ansicht von M. JAKOBY darauf hingewiesen, daß alle Zellen ihre eigenen Fermente besitzen, die beim Zugrundegehen der Zellen in das Blut gelangen können. PINCUSSEN hat nun im Verein mit seinen Mitarbeitern gezeigt, daß die Fermentbildung, bzw. die Abgabe an das Blut durch Belichtung gesteigert werden kann. H. KOENIGSFELD konnte zeigen, daß bei Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne Veränderungen im Antitrypsinergehalt des Blutes nachzuweisen sind, die aber sekundär von Veränderungen in der Zahl der polymorphkernigen Leukozyten abhängig waren.

Vor kurzem ist von L. PINCUSSEN eine umfassende Bearbeitung des Problems „Fermente und Licht“ begonnen worden.

Bisher konnte ermittelt werden, daß es sich bei der Lichtwirkung auf Fermente um eine ziemlich komplizierte Erscheinung handelt. So war die Wirkung der Lichtstrahlen auf die Malzdiastase abhängig von der Verdünnung, von verschiedenen Begleitkörpern und vor allem von der Reaktion (s. o.). Die größte Lichtschädigung erfolgt bei einer Reaktion, die als optimale für die Ferment-

wirkung anzusehen ist. Nach PINCUSSEN ist demnach das Fermentmolekül bei seiner optimalen Wirkungsreaktion besonders labil gegen die Lichtwirkung.

Dies Verhalten erinnert an die erhöhte Radiosensibilität blutdurchströmter oder embryonaler Organe.

Versuche PINCUSSENS über Lichtwirkung auf die Urease zeigten, daß ebenso wie bei der Diastase das Substrat einer Zerstörung, bzw. Schädigung des Fermentes entgegenwirkt, daß also die Bindung des Fermentes eine gewisse Schutzwirkung ausübt.

Im wesentlichen ergaben auch diese Versuche, daß die Schädigung zunächst von der Wasserstoffionenkonzentration abhängig ist und daß bei optimaler Konzentration die Lichtschädigung am größten zu sein scheint.

Von erheblichem Einfluß ist auch die Wirkung des Lichtes auf die bei der Pigmententstehung beteiligten Fermente.

Toxine, Antitoxine und ähnliche Körper können in vitro durch Belichtung unwirksam gemacht werden. Unter Umständen ist an solche Beeinflussungen im Organismus zu denken. Ebenso sind Wirkungen des Lichtes auf den Ablauf von Immunitätsvorgängen bekannt geworden.

Was die direkte Lichteinwirkung auf die Toxine und ähnliche Substanzen betrifft, so ist nach unseren Anschauungen über die koagulierende Wirkung des Lichtes auf Eiweißkörper ganz allgemein eine Abschwächung dieser Körper durch Licht zu erwarten und in der Tat auch vorhanden. Die zerstörende Wirkung ist naturgemäß in erster Linie den kurzwelligen Strahlen zu eigen, doch haben die Versuche H. v. TAPPEINERS sowie späterer Untersucher ergeben, daß man Toxine und Antitoxine in hohem Grade für langwelliges Licht sensibilisieren kann, durch das sie unter Umständen aber auch ohne Vorbehandlung abgetötet werden können. Es wurde schon erwähnt, daß Toxine in der Regel nicht sehr photostabil sind. Doch sind auch ziemlich lichtfeste Toxine bekannt geworden. Besonders wurde darauf hingewiesen, daß sich die Stoffwechselprodukte des Tuberkelbazillus gegen Licht sehr widerstandsfähig verhalten. Neuerliche Untersuchungen von W. HAUSMANN, W. NEUMANN und K. SCHUBERTH haben jedoch ergeben, daß bei entsprechender Versuchsanordnung die Kutanreaktion des bestrahlten Tuberkulins aufgehoben sein kann, während die Allgemeinreaktion erhalten bleibt. Trotzdem werden wir die heilende Lichtwirkung auf tuberkulöse Prozesse keinesfalls auf eine Beeinflussung dieser sehr lichtfesten Substanzen im infizierten Organismus beziehen können.

Es hat übrigens den Anschein, als ob manche Toxine auch in vivo beeinflusst werden könnten.

C. SONNE hat es wahrscheinlich gemacht, daß durch intensive Bestrahlung mit Kohlenbogenlicht Diphtherietoxin im Organismus infizierter Meerschweinchen abgeschwächt oder unschädlich gemacht wird. Es handelt sich hier nicht um eine photochemische Lichtwirkung, sondern um Wärmewirkung der langwelligen Lichtstrahlen. Wie später zu besprechen ist, hatte C. SONNE gezeigt, daß durch intensive Bestrahlung mit sichtbaren Lichtstrahlen die Temperatur des Blutes in den Gefäßen der Haut und den unmittelbar anliegenden Geweben bis auf 47 bis 48° C erhöht werden kann. Hierauf wäre wohl auch die Wirkung auf das Diphtherietoxin in vivo zu beziehen.

Im Anschluß auf die Besprechung der Lichtwirkung auf Toxine ist noch der Lichteinfluß auf Immunitätsvorgänge zu berühren.

C. STÄUBLI fand in Gemeinschaft mit v. GONZENBACH, daß bei Tieren, die mit Typhusbazillen vorbehandelt wurden, der Agglutiningehalt des Blutes im Höhenklima viel rascher zurückging als bei den Tieflandtieren. Dies

war besonders dann der Fall, wenn die Tiere der Sonnenstrahlung ausgesetzt wurden.

THORWALD HANSEN sah, daß beim Menschen das universelle Kohlenbogenlichtbad den Agglutiningehalt des Serums nach Verabreichung von Typhusvakzine beeinflusste. Diese Wirkung äußerte sich dahin, daß entweder der Agglutiningehalt rascher anstieg oder daß die Verminderung weniger rasch vor sich ging als unter gewöhnlichen Bedingungen.

Kaninchen vertrugen die Injektion abgetöteter Typhusbazillen besser, wenn sie dem Kohlenbogenlicht ausgesetzt waren, als unvorbehandelte Tiere.

P. POTTHOFF und G. HEUER beobachteten, daß Bestrahlung von Meeresschweinchen mit künstlicher Höhensonne nur von geringem Einfluß auf die Agglutininbildung war. Bei schon vorhandenen Agglutininen konnten die Autoren nach der Bestrahlung zunächst eine erhebliche Erhöhung des Agglutiniters beobachten. Nach einigen Tagen jedoch war der Agglutiningehalt unter den der normalen Tiere gesunken. Weitere Untersuchungen sind hier dringend geboten.

Die Sensibilisation gegen Licht

Tierische und pflanzliche Lebewesen können gegen Lichtstrahlen empfindlich gemacht werden, gegen die sie unter anderen Umständen nicht in gleicher Weise oder überhaupt nicht reagieren würden.

In der Photochemie nennt man nach der Definition von J. M. EDER „chemische Sensibilisatoren“ solche Beschleuniger von Lichtreaktionen, die die Lichtempfindlichkeit eines lichtempfindlichen Stoffes während der Belichtung erhöhen, ohne selbst lichtempfindlich zu sein.

Von einer „Übertragungsphotokatalyse“ ist dann die Rede, wenn ein, an und für sich nicht oder wenig lichtempfindlicher Körper durch Zusatz einer lichtempfindlicheren Substanz sekundär durch Lichtwirkung verändert wird.

Wird aber die Erhöhung der Lichtempfindlichkeit durch Farbstoffe oder ähnliche Substanzen bedingt, die das Licht in jenen Spektralbezirken absorbieren, für die sie Lichtempfindlichkeit verleihen, so spricht man von optischer Sensibilisation. Unter biologischen Bedingungen sind die von C. NEUBERG entdeckten lichtkatalytischen Reaktionen der Schwermetalle, besonders der Eisensalze, sowie die „photodynamische Erscheinung“ von Bedeutung.

H. v. TAPPEINER und seine Schule haben gezeigt, daß Lebewesen und von Lebewesen produzierte Zellen und Substanzen, wie Fermente, Toxine u. dgl. bei Gegenwart der sogenannten photodynamischen Substanzen im Lichte getötet resp. zerstört werden können. Es handelt sich um fluoreszierende Farbstoffe, die im Dunkeln ungiftig, im Lichte höchst giftig sein können.

Durch photodynamische Substanzen wird in der Regel Lichtüberempfindlichkeit für die sichtbaren Spektralbezirke verursacht. Nach Untersuchungen von W. HAUSMANN und C. SONNE ist aber auch die Möglichkeit der Sensibilisation im Ultraviolett gegeben.

Durch solche Substanzen können im Lichte Warmblüter, Kaltblüter wie niedrigste Lebensformen, vernichtet werden. Diese Farbstoffe kommen in der Natur unter physiologischen, wie unter pathologischen Bedingungen vor. Die Mitwirkung derartiger „Lichtüberträger“ erscheint demnach auch unter natürlichen Bedingungen möglich. In der Regel spricht man in diesem Falle von photobiologischer Sensibilisation.

Abgesehen hiervon können lichtbiologische Prozesse, z. B. phototaktische Reaktionen, durch die verschiedensten Einwirkungen chemischer oder phy-

sikalischer Natur verstärkt oder abgeändert werden (Sensitivierung nach J. LOEB).

An dieser Stelle soll nur die optische Sensibilisation von Warmblütern durch photodynamische Substanzen kurz erörtert werden.

RAAB, JODLBAUER und BUSCK haben zuerst gezeigt, daß Warmblüter, die durch derartige Substanzen, wie z. B. durch Eosin, lichtempfindlich gemacht sind, unter charakteristischen Erscheinungen erkranken. Als besonders intensiv wirkenden Sensibilisator hat HAUSMANN vor Jahren das Hämatoporphyrin beschrieben. In den ganz akut verlaufenden Fällen, die als „Lichtschlag“ bezeichnet wurden, verfallen die belichteten Tiere nach ganz kurzem Aufregungsstadium in wenigen Minuten in tiefes Koma, aus dem sie bei Fortdauer der Belichtung nicht mehr erwachen.

In den nicht so stürmisch, aber immerhin akut verlaufenden Fällen zeigen die Tiere heftige Reizerscheinungen seitens der Körperoberfläche. Vom Beginn der Belichtung bis zum Eintritt des Todes vergehen in diesen Fällen in der Regel einige Stunden. Die Krankheitserscheinungen sind von dem von H. PFEIFFER beobachteten Temperatursturze begleitet.

Die subakut und chronisch einhergehenden Fälle zeigen Ödeme, weiterhin Nekrosen der haarlosen belichteten Partien, sowie Haarausfall.

Lichterkrankungen des Menschen und der Tiere, die auf der Wirkung solcher sensibilisierenden Farbstoffe beruhen, können als optische Sensibilisationskrankheiten bezeichnet werden.

In jüngster Zeit ist nun im Gegensatz zu dem eben Mitgeteilten versucht worden, lichtempfindlich gemachte Lebewesen gegen Licht wieder unempfindlich zu machen (Desensibilisation).

BUSCK hat vor einer Reihe von Jahren im Münchner pharmakologischen Institut gezeigt, daß es gelingt, die photodynamische Wirkung von fluoreszierenden Farbstoffen auf Paramäzieren durch Serumzusatz aufzuheben.

Eine zweite Gruppe von Desensibilisatoren für photodynamisch wirkende Substanzen stellen reduzierende Körper verschiedener Konstitution dar (SACHAROFF und HANS SACHS).

H. SHIBUYA und T. AWOKI haben in meinem Laboratorium gesehen, daß man durch Serumzusatz zu den fluoreszierenden Substanzen die akuten Reizerscheinungen der Sensibilisation nicht aufzuheben vermochte, die übrigen Erscheinungen konnten nur in vereinzelten Fällen vermieden werden. Ähnliches war bei Verwendung reduzierender Substanzen der Fall. Hingegen kamen die akuten Reizerscheinungen der Hämatoporphyrin-Sensibilisation in Urethannarkose nicht mehr zum Ausbruch. Dasselbe beobachteten HAUSMANN und LÖHNER bei Bestrahlung solcher Mäuse im luftverdünnten Raume.

Zu ähnlichen und weitergehenden Erfahrungen ist LIGNAC bei Porphyrin-Mäusen gelangt, die mit CaCl_2 vorbehandelt waren. LIGNAC konnte den Tod dieser Tiere im Lichte verhüten, ebenso die Hautentzündung und die Nekrose bei der subakuten Form dieser Sensibilisationserscheinung. Doch konnten auch von LIGNAC die akuten Reizerscheinungen nicht ganz vermieden werden.

Die Desensibilisation warmblütiger Organismen ist demnach bisher nur unvollständig gelungen. Die Weiterführung dieser Versuche erscheint geboten, weil auf diesem Wege die therapeutische Beeinflussung optischer Sensibilisationskrankheiten zu erhoffen ist.

Die Lichtwirkung auf Wachstumsvorgänge ist bei lichtgewöhnten, tierischen Organismen nicht allzu belangreich. Lichtentwöhnte Lebewesen,

wie etwa die Höhlentiere, können jedoch durch Licht weitgehend beeinflußt werden. Dies zeigt z. B. die Augenentwicklung bei den ins Licht versetzten Grottenolmen (P. KAMMERER).

Der Zellteilungsprozeß kann unter Umständen durch Bestrahlung mit kurzwelligem, wie auch mit langwelligem Lichte gefördert, bei höherer Intensität auch gehindert werden. Näheres vgl. folgenden Abschnitt dieses Handbuches.

Bei den Anhangsgebilden der Epidermis, den Haaren und den Nägeln ist unter Umständen Wachstumsförderung durch Licht zu beobachten, wie dies in sehr deutlicher Weise bei den Schwestern des FINSEN-Institutes in Erscheinung trat.

Die Lichtwirkung auf das Haarwachstum hat ja auch zu der bekannten therapeutischen Verwendung des Lichtes bei Haarausfall geführt (vgl. den Abschnitt von R. VOLK). Auch Verfasser hat z. B. in der Sonnenheilstätte Stolzalpe (1200 m ü. d. M.) einige Kinder beobachtet, deren Gesicht von einem dichten Flaume, wie von einem Pelze besetzt war. Von HALLOPEAU und ROLLIER wurde stärkeres Wachstum auch bei den Nägeln beschrieben.

Die Frage nach der hier wirksamen Strahlengattung scheint nicht geklärt zu sein. O. BERNHARD hat auf Grund seiner großen Erfahrungen bemerkt, daß man das Sonnenlicht überhaupt für den vermehrten Haarwuchs verantwortlich machen solle. Dies dürfte auch zutreffen.

Belichtung kann je nach den Umständen wachstumshemmenden, wie wachstumfördernden Einfluß auf Warmblüter haben.

A. ECKSTEIN hat gesehen, daß auch intensive Bestrahlung mit kurzwelligem Lichte keine Einwirkung auf junge Ratten ausübte, die unter sonst günstigen Bedingungen leben. Bei maximaler Dosierung tritt jedoch ein entwicklungshemmender Einfluß gegenüber den Kontrolltieren auf. Bei Tieren, die sonst in dunklen Käfigen gehalten werden, kann eine Förderung des Längenwachstums zum Teil mit der Gewichtszunahme durch Bestrahlung erzielt werden. MARGARETHE LEVY konnte bei frisch geworfenen Mäusen und Ratten durch Bestrahlung mit der Quarzquecksilberlampe das Körper- und Längenwachstum hemmen. L. PINCUSSEN, J. L. ANAGNOSTU und G. ZANGRIDES sahen bei sensibilisierten Ratten starke Wachstumsverzögerung nach Belichtung. Verschiedene Sensibilisatoren verhielten sich verschieden.

H. WIMBERGER fand bei röntgenometrischen Wachstumsstudien, daß das Längenwachstum der Tibia von den Jahreszeiten beeinflußt wurde. Der stärkste Wachstumsimpuls besteht im Frühjahr, nimmt bei normalen Individuen allmählich im Herbst ab, erwacht durchschnittlich im Februar von neuem und steigt mehr minder steil zum Juli an.

Von besonderem Interesse erscheinen die Untersuchungen von BOVIE über die wachstumshemmende Wirkung durch Fensterglas filtrierten Lichtes im Vergleich zur fördernden Wirkung schwacher Ultraviolettbestrahlungen bei jungen Hühnern (vgl. hiezu W. HAUSMANN und O. KRUMPEL).

Die Lichteinwirkung auf Bewegungsvorgänge ist hier nur zu erwähnen. Zahlreiche Tiere antworten auf Änderung der Lichtintensität mit Bewegung oder mit Aufhören der Bewegung. Diese Art der Lichtreaktion ist von J. LOEB scharf von den Tropismen unterschieden worden.

Diese Arten des Lichtbewegungsreizes sind wohl im wesentlichen mit den berühmten Beobachtungen FINSENS über das Licht als „Inzitament“ zu identifizieren.

FINSEN hatte von einer inzitierenden Einwirkung des Lichtes auf das Nervensystem gesprochen. Er konnte zeigen, daß diese Einwirkung so kräftig ist,

daß „sie in einzelnen Fällen sehr starke Reflexbewegungen hervorrufen kann, und in anderen Fällen Anlaß zu den stärksten und auffallendsten Reaktionen gibt“. Doch werden hierunter auch einzelne phototropische Reaktionen verstanden.

FINSEN hatte hierbei im wesentlichen die kurzwelligen Strahlen des Spektrums in Betracht gezogen; er war der Ansicht, daß unter natürlichen Bedingungen die Wirkung der „chemischen Strahlen“, wenn es sich nicht um lichtempfindliche Tiere handelt, nicht leicht zur Beobachtung gelangt. „Die Wirkung ist unmerklich, aber wir müssen annehmen, daß diese Strahlen eine tägliche und beständige Wirkung ausüben und daß dieselbe ihre große biologische Bedeutung hat.“

*

Bei allen Lichtwirkungen auf höhere Tiere und den Menschen ist die Wirkung auf die Körperoberfläche von der Wirkung auf die inneren Organsysteme und Organfunktionen zu unterscheiden.

Die dunklen Wärmestrahlen werden von den oberflächlichen Körperschichten in starkem Maße absorbiert, sie werden von der menschlichen Haut in weit geringerer Intensität vertragen als die „leuchtenden Wärmestrahlen“, als die Strahlen des sichtbaren Spektrums. Diese letzteren penetrieren bis zu erheblichen Tiefen und führen zu einer starken Erwärmung des Integumentes (C. SONNE). Die kurzwelligen Strahlen (ultraviolette Strahlen) haben geringfügiges Penetrationsvermögen und erhebliche Oberflächenwirkung. Durch Anämisierung der Haut, wie dies z. B. bei den Kompressorien der FINSEN-Apparate der Fall ist, wird die Tiefenwirkung der kurzwelligen Strahlen eine etwas größere.

Ultraviolette Strahlen bewirken die Lichtentzündung der menschlichen Haut, wie auch ganz allgemein die Entzündung tierischer Gewebe durch kurzwelliges Licht zustande kommt. Hierbei sind im wesentlichen Strahlenbezirke unterhalb der Wellenlänge von $\lambda = 360 \mu\mu$ von Belang; von größter biologischer Wirksamkeit ist das Gebiet zwischen $\lambda = 320$ bis etwa $297 \mu\mu$.

LEOPOLD FREUND sieht als biologisch wirksame Lichtzone der Hauptsache nach den Spektralbezirk von $\lambda = 397$ bis $230 \mu\mu$ an. L. FREUND hat diesem Standpunkt, dem ich mich anschließe, neuerdings Ausdruck verliehen. Er kommt zu folgendem Schlusse: Je nach der Beschaffenheit der Lichtquelle und der spektralen Lage ihres Energiemaximums liegt, wie aus seinen Untersuchungen mit dem Bogenlichte von Dochtkohlen, H. v. SCHRÖTTERS Untersuchungen mit Sonnenlicht und jenen von HAUSER und VAHLE mit der Quecksilberdampfampe hervorgeht, das Maximum der größten biologischen Wirksamkeit an verschiedenen Stellen des obigen Spektralbezirkes. Die obere Grenze dieser Spektralzone ist, was die physiologische Wirksamkeit anbelangt, sicher nicht als eine scharfe und strenge anzusehen.

Die Lichtentzündung der menschlichen Haut, sowie die Lichtschädigung der Augen sind in diesem Handbuch in den Abschnitten von G. POLITZER, J. URBANEK und R. VOLK besprochen.

Organe und Organfunktionen

Was die Lichteinwirkung auf verschiedene Organe und Organfunktionen betrifft, so muß die Lichtreaktion isolierter Organe nicht mit der Reaktion des Organes übereinstimmen, die auftritt, wenn der Körper im Ganzen bestrahlt wird.

Ein gewisser, keineswegs konstanter Einfluß der Lichtwirkung auf Blutbild und Hämoglobingehalt ist nachweislich, doch entspricht dies nicht

annähernd der tiefgreifenden Veränderung durch Röntgenlicht. Die Blutbildänderung im Hochgebirge steht offenbar nicht in direktem Zusammenhange mit der Belichtung. Nur scheint nach den Versuchen von KESTNER und seiner Mitarbeiter die Regeneration des Blutes unter dem Einfluß der Bestrahlung rascher vor sich zu gehen. Bei diesen und anderen lichtbiologischen Wirkungen (s. oben) nimmt dieser Autor an, daß es sich um eine Inhalationswirkung von Stoffen handelt, die durch die Lichtquellen in der Luft erzeugt würden. Soweit ich diese Frage zu beurteilen vermag, liegt bisher kein sicherer Beweis dafür vor, der zu dieser Annahme berechtigen würde.

In einigen Versuchen ist Zunahme der Erythrozytenzahl nach Belichtung beschrieben worden. So gibt z. B. BURCHARDI an, daß Hämoglobin und Erythrozyten unter Kohlenbogenlichtbehandlung bis zur Zeit starker Pigmentierung zuerst schneller, dann langsamer, zum Schluß nach stärkster Pigmentierung nicht mehr zunehmen. Die Gesamtzahl der Leukozyten nahmen in demselben Maße ab. Diese Abnahme wird nach BURCHARDI durch die Verminderung der Polynukleären bedingt, der eine Zunahme der Mononukleären und Eosinophilen gegenübersteht. KOENIGSFELD sah, um nur noch eine Angabe herauszugreifen, nach Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne keinen Einfluß auf Erythrozyten und Hämoglobin. Hingegen fand er deutliche Beeinflussung der Leukozytenzahl und des weißen Blutbildes. Die Zahl der Leukozyten war fast regelmäßig unmittelbar nach der Bestrahlung erhöht, teilweise sogar beträchtlich auch nach kurzen Belichtungen von vier Minuten. Die Leukozytose geht bald zurück und nach drei bis vier Tagen vor der nächsten Bestrahlung fand KOENIGSFELD die Leukozyten wieder auf ihrem Anfangswerte, oder er sah besonders bei schon vorher bestehender Leukozytose eine Verminderung der Leukozytenzahl auf einen geringeren als den Anfangswert eintreten. Nur nach den längerdauernden Bestrahlungen von 50 und 60 Minuten schien die aufgetretene Leukozytose länger anzuhalten. Bei Meerschweinchen, die mit Eosin sensibilisiert waren, fand G. PENNETTI absolute Vermehrung der weißen Blutkörperchen (Vermehrung der polynukleären und Abnahme der Leukozyten).

Wichtig ist die unbestrittene Beobachtung von O. KESTNER u. a., daß bei anämisch gemachten Tieren die Regeneration der Erythrozyten durch Bestrahlung günstig beeinflußt wird.

Untersuchungen über den Einfluß der Bestrahlung auf die Resistenz der Erythrozyten gegen hypotonische Kochsalzlösungen haben bisher keine eindeutigen Werte gegeben. Die Klärung der Frage wäre im Hinblick auf die Lichtbeziehung der hämorrhagischen Diathese von Interesse.

Die Photoaktivität bestrahlten Blutes, der früher Bedeutung zugemessen wurde, ist nicht vorhanden oder zumindest nicht sichergestellt. Dies gilt auch von zahlreichen Angaben der jüngsten Zeit über die Photoaktivität verschiedener, bestrahlter Substanzen. Ich möchte überhaupt bei dieser Gelegenheit davor warnen, Schwärzungen der photographischen Platte ohneweiters mit „Photoaktivität“ in Zusammenhang zu bringen, wenn nicht der strikte Nachweis erbracht ist, daß es sich um eine Strahlenwirkung handelt.

Bei der Lichtwirkung auf den **Zirkulationsapparat** fand zunächst LINDHART, daß in den akuten Stadien des universellen Lichterythems von sieben Versuchspersonen sechs konstant eine Erhöhung des Minutenvolumens um etwa 10% aufwiesen. Die Späterfolge des Lichterythems, die das Minutenvolumen des Herzens betrafen, gestalteten sich derart, daß bei den einzelnen Versuchspersonen der Einfluß des Lichtbades mit dem des Sommers übereinstimmte.

Die Erfahrungen über die Lichtwirkung auf die Pulsfrequenz sind, insbesondere wo es sich um das Kohlenbogenlicht oder um die Sonnenbestrahlung handelt, nicht als reine Lichtwirkung, sicher aber nur als indirekte Lichtreaktionen aufzufassen. LENKEI beobachtete nach Sonnenbestrahlung in der Ebene unerhebliche Vermehrung der Pulszahl um ein bis höchstens zehn Schläge in der Minute. HASSELBALCH sah bei einigen Versuchspersonen nach Bestrahlung mit Kohlenbogenlicht unveränderte Pulsfrequenz während des Andauerns der Hauthyperämie. Bei anderen ließ sich Pulsbeschleunigung feststellen. A. DURIG, v. SCHROETTER und N. ZUNTZ haben als Folge- und Begleiterscheinung des Lichtklimas in hochgelegenen Orten bei manchen Personen Steigerung der Pulsfrequenz beschrieben. Die Angaben über Pulsverlangsamung während der Quarzlampenbestrahlung sind nach Ansicht von H. KOENIGSFELD als Wirkung der Körperruhe, nicht aber der Bestrahlung aufzufassen.

Von verschiedenen Autoren ist über Beeinflussung des Blutdruckes berichtet worden. HASSELBALCH fand kurz nach dem Kohlenbogenlichtbade in der Regel eine Blutdruckerhöhung von 5 bis 10 mm, die dann in Blutdrucksenkung überging. Der Mittelblutdruck in der Art brachialis fiel in der Folge der Lichtbehandlung um etwa 8%. Die Größe der Blutdrucksenkung, die für eine bestimmte Lichtquelle ein bestimmtes Maximum erreicht, wurde durch weiter fortgesetzte Lichtbehandlung nicht gesteigert. Von Interesse ist es, daß die Blutdrucksenkung noch einen Monat nach Abschluß der Lichtbehandlung zu beobachten war. HASSELBALCH und JACOBÄUS sahen ferner nach mehrfacher universeller Bestrahlung mit Kohlenbogenlicht eine Herabsetzung des Blutdruckes an den mittelgroßen Arterien von etwa 10%. Auch der Aortendruck scheint herabgesetzt zu sein. Nach Bestrahlung mit der Quarzquecksilberdampflampe sind ebenfalls Blutdruckherabsetzungen beschrieben worden. Zum Teil handelt es sich hier um rasch eintretende und vorübergehende Blutdrucksenkungen (vgl. z. B. A. MEYER, B. GÜNTHER).

A. KIMMERLE verglich die blutdrucksenkende Wirkung des Kohlenbogenlichtes mit dem der künstlichen Höhensonne und fand die Herabsetzung des Blutdruckes viel ausgesprochener beim Lichte der Kohlenbogenlampe als bei dem Quarzquecksilberdampflichte.

HASSELBALCH hatte angenommen, daß die Vergrößerung der Strombahn durch die Hauthyperämie die Blutdrucksenkung bedinge. KOENIGSFELD hat eher an eine direkte oder indirekte Beeinflussung der Nebenniere oder ihres Sekretes durch die Bestrahlung gedacht. Auch hier hat KESTNER die Wirkung inhalierter, durch die Belichtung entstehender Produkte erörtert (s. oben).

ST. ROTHMAN ist der Ansicht, daß die strahlenbewirkte Blutdruckerniedrigung durch die viel rascher vorübergehende Wirkung der Lampengase nicht zu erklären sei. ROTHMAN faßt die Blutdrucksenkung als Zeichen einer Herabsetzung des Sympathikustonus auf. Der Wiederanstieg beginnt, wenn sich der braune Pigmentfarbton zeigt. Sobald sich die Pigmentfarbe nicht mehr ändert, so bleibt auch der Blutdruck wieder konstant etwas unterhalb der Ausgangswerte. Eine gleichsinnige Veränderung erleidet auch der Blutzuckerspiegel. Auch ROTHMAN ist der Ansicht, daß die Blutdrucksenkung nicht eine Folge der lichtbewirkten Hautgefäßerweiterung ist.

Die Lichtwirkung auf die peripheren Gefäße ist durch den klassischen Versuch FINSSENS zuerst bekannt geworden. FINSSEN hatte seinen Arm mit dem Lichte einer starken Kohlenbogenlampe bestrahlt. Einige Stellen des Armes waren durch Tusche, Glasplatten u. dgl. vor den kurzwelligen Lichtstrahlen geschützt worden.

Nach dem Eintritte des Erythems hoben sich die vor den kurzwelligen Strahlen geschützten Partien als weiße Stellen von der roten und heißen Haut ab. Im Stadium der Pigmentierung trat dieser Unterschied noch deutlicher hervor. Nach vier Monaten nach dem Versuche waren die weißen Stellen zu erkennen, wenige Monate später aber nicht mehr sichtbar. Als aber FINSEN eines Morgens seine Haut frottierte, bemerkte er, daß die Zeichnung an dem Arme wieder erschien, so daß die Teile der Haut, die von den kurzwelligen Strahlen nicht getroffen waren, nicht so rot wurden, wie die Umgebung. Dies Phänomen war noch fünf bis sechs Monate nach der Bestrahlung nachweisbar, auch als das Pigment völlig verschwunden war.

Später haben HASSELBALCH und JACOBÄUS auf die mechanische Reizbarkeit der Hautgefäße nach Ablauf des Lichterythems hingewiesen. Sie konnten dies ebenfalls noch viele Monate nach beendeter Lichtkur nachweisen. Dieser gesteigerten Reaktionsfähigkeit ist es auch zu verdanken, daß die Teile der Haut, die täglich dem Lichte ausgesetzt sind, größeren Blutreichtum besitzen oder zumindest erlangen können, als die Hautpartien, die stets von Kleidern bedeckt sind.

O. BERNHARD hat während der Insolation öfters eine deutliche Erweiterung der Lymphgefäße der Haut über den erkrankten Partien, insbesondere bei tuberkulöser Peritonitis beobachtet. Sie wurden mit ihren Verästelungen wie bei einer Lymphangitis sichtbar. Ich habe den Eindruck gehabt, daß nach der Bestrahlung im universellen Kohlenlichtbad auch die Pigmentanordnung öfters den Lymphgefäßen folgte.

Nach Bestrahlung eines mäßig großen Hautbezirkes mit Kohlenbogenlicht fand HASSELBALCH die morgendliche **Atemfrequenz** stark herabgesetzt und die Tiefe der Atemzüge dementsprechend oder noch darüber hinaus vergrößert. Schon nach einer einzigen Bestrahlung dauerte die Wirkung länger als das Erythem und hielt durch viele Tage an. HASSELBALCH und LINDHART zeigten in ihren Versuchen auf dem Brandenburger Hause in den Ötztaler Alpen (3290 m ü. d. M.), daß dieser Erfolg auch dann eintreten kann, wenn nur die Haut des Gesichtes und die Hände bestrahlt wurden. Die Atemfrequenz, die unter dem Einflusse der Höhenwirkung gestiegen war, sank in dieser Höhenstation ab, als die ultravioletten Strahlen die Haut treffen konnten und das Erythem sich ausgebildet hatte. Die Atemtiefe nahm nach der Lichtwirkung erheblich zu. Dieselben Autoren fanden ferner bei einer Versuchsperson eine Verminderung der alveolären Kohlensäurespannung, bei den anderen trat dies nicht ein.

Die Erregbarkeit des Atemzentrums wird in der Höhe gesteigert. Durch die ultraviolette Bestrahlung kann nach diesen Forschern im Hochgebirge die Erregbarkeit des Atemzentrums erhöht werden.

A. DURIG, H. v. SCHROETTER und N. ZUNTZ wiesen jedoch in ihren Versuchen in Teneriffa in einer Höhe von 2160, bzw. 3260 m über dem Meere nach, daß nach intensiver Belichtung, Veränderungen in der Atemmechanik auftreten, die individuell und nach dem Ausmaße der Belichtung verschieden waren, ohne daß es möglich gewesen wäre, eine bestimmte Gesetzmäßigkeit zu erkennen. Sicher ist nach diesen Forschern als Folge und Begleiterscheinung der Lichteinwirkung im Hochgebirge eine Herabsetzung der alveolären Kohlensäurespannung, bei manchen Personen eine Steigerung der Ventilation anzusehen. CHR. KROETZ hat nach Bestrahlung mit kurzwelligem Lichte Erregbarkeitssteigerung des Atemzentrums beobachtet. Diese Steigerung ist ein quantitativ verfolgbares Beispiel der Strahlenallgemeinwirkung.

Der **Gesamtstoffwechsel** eines Tieres, dessen zirkulierendes Blut in Quarzküvetten mit Quecksilberdampflicht behandelt wurde, blieb nach HASSELBALCH unbeeinflusst. Wie ferner aus den Versuchen von A. DURIG und seinen Mitarbeitern, sowie von K. A. HASSELBALCH hervorgeht, wird der respiratorische Stoffverbrauch und Quotient durch Bestrahlung im ultravioletten Lichte nicht verändert. HASSELBALCH bemerkt mit Recht, daß der Mensch durch wenige ganz kleine Muskelkonzentrationen pro Minute seinen Stoffwechsel stärker erhöhen könne, als durch stundenlange Bestrahlung mit chemisch stark wirkendem Lichte.

Beim Tier hatte man unter dem Einflusse von MOLESCHOTT lange an direkte oxydationssteigernde Wirkung des Lichtes gedacht. Hier hat K. SPECK wohl zuerst gezeigt, daß es sich in den Versuchen MOLESCHOTTS um Sinneseindrücke gehandelt hat. Auch die Ergebnisse von M. PETTENKOFFER und C. VOIT, die nachwiesen, daß die Kohlensäureausscheidung beim Menschen während des Tages größer ist, als bei Nacht, sind hierauf zurückzuführen.

Vor einiger Zeit haben O. KESTNER, FR. PEEMÖLLER und R. PLAUT über starke Gaswechselsteigerung bei Sonnenbelichtung des Menschen am Meere und bei Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen berichtet. Diese Steigerung wurde unterdrückt, wenn bei vermehrter Außentemperatur sich die Wärmeregulation in Herabsetzung der Verbrennungsvorgänge geltend machen konnte. Auch D. T. HARRIS hat eine Erhöhung des Gaswechsels bei kleinen Tieren nach Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte beobachtet. Die gleichzeitige Einwirkung durch Strahlen des sichtbaren Spektrums hob diese Wirkung vollkommen auf. Es wird noch zu untersuchen sein, wie und ob diese Befunde mit der bisher herrschenden Meinung in Einklang zu bringen sind.

F. G. ALEXANDER und G. REVECZ beobachteten, daß an kurarisierten Hunden bei intermittierender Belichtung der Augen der Sauerstoffverbrauch zunahm. Versuche nach Rückenmarkdurchschneidung ergaben dasselbe Resultat. Weitere Versuche von F. G. ALEXANDER, in denen der Gaswechsel des Hundehirnes in Ruhe und bei optischer Reizung verglichen wurde, bestätigen dieses Ergebnis.

In diese Gruppe von Beobachtungen gehört wohl auch die Beobachtung von A. FISCHEL, daß geblendete Salamanderlarven im allgemeinen größer und dicker waren, als die Kontrolltiere.

Bei Untersuchungen über die Lichteinwirkung auf den intermediären Stoffwechsel sind vielfach positive Ergebnisse erzielt worden. Es hat den Anschein, als würde hierin einer der Hauptursachen der Lichtwirkung auf Menschen und Tiere aufgedeckt werden.

Was zunächst den Lichteinfluß auf den Purinstoffwechsel betrifft, so fand L. PINCUSSEN, dem wir auch auf diesem Gebiete grundlegende Forschungen verdanken, bei sensibilisierten Tieren Abnahme des Allantoingehaltes des Harnes, während die Ausscheidung der Oxalsäure stieg. Auch die Bildung der Oxalsäure im Organismus steht nach demselben Autor in Beziehung zum Lichte. L. PINCUSSEN und seine Schüler sahen ferner, daß das Serum bestrahlter Tiere Nukleinsäure stärker abbaut als vor der Bestrahlung.

PINCUSSEN hat auch bei sensibilisierten Tieren Einfluß der Belichtung auf die Gesamtstickstoffausscheidung beobachtet.

P. LIEBESNY zeigte, daß unter dem Einfluß stark chemisch wirkender hoher Lichtdosen der intermediären Eiweißstoffwechsel bei fast ausschließlich mit Eiweißnahrung ernährten Hunden im Sinne eines Stickstoffansatzes beeinflusst wurde, wie dies auch A. DURIG im Höhenklima unter dem Einfluß

des Lichtes gefunden hatte. Nach intensiveren Bestrahlungen fielen die Harnmengen, sowie die Werte für den Harnstickstoff, den Neutralschwefel und das Kreatinin.

H. KOENIGSFELD beobachtete nach Gesamtbestrahlung mit der Quecksilberdampflampe Steigerung des Eiweißumsatzes. Entsprechend der Steigerung des Stickstoffumsatzes nahm auch die Phosphor- und Schwefelausscheidung zu.

Seither fand PINCUSSEN, daß der Reststickstoff unter Bestrahlung abnimmt. Bei zu starker Bestrahlung zeigten sensibilisierte Kaninchen eine Zunahme des Gesamtstickstoffes im Harn, die aber meist rasch vorüberging.

Was den Kohlehydratstoffwechsel betrifft, so fand derselbe Autor Abnahme des Blutzuckers bei längerer Bestrahlung, die manchmal von Zunahme gefolgt war. Bei der Bestrahlung gehen zwei verschiedene Prozesse parallel: gesteigerte Zuckermobilisation und vermehrte Verbrennung. Eine Schädigung des glykolytischen Fermentes fand nicht statt; es hat sogar den Anschein, als wenn die Wirkung dieses Enzyms durch Belichtung gesteigert würde. Versuche PINCUSSENS über den Einfluß der Belichtung auf künstlich hervorgerufene Adrenalin-Hyperglykämie machten es wahrscheinlich, daß eine erhöhte Ausscheidung von Kohlehydrat in das Blut stattfindet. Diabetiker, die mit Eosin bzw. Methylenblau sensibilisiert waren, zeigten nach Bestrahlung mit langwelligem Lichte, bei Ausschaltung der Wärmestrahlen progressive Abnahme des Blutzuckers; nur zuckerzerstörende, keine mobilisierende Wirkung. Hand in Hand damit ging die Abnahme der Glykosurie, die in einigen Fällen ganz ausblieb. Auch die Ausscheidung von Azetonkörpern kann herabgesetzt werden. PINCUSSEN unterscheidet zwei Arten der Diabetes in ihrem Verhalten zur Belichtung: eine mit geringem Harnmengen, die verhältnismäßig leicht zu beeinflussen ist, während die Diabetesformen mit großen Harnmengen sich ganz refraktär verhalten.

ST. ROTHMAN fand bei Belichtung mit der Quecksilberdampflampe zuerst bedeutende Abnahme des Blutzuckers maximal bis zu 50% des Ausgangswertes (entsprechend einer 10 bis 30 mm Hg betragenden Blutdrucksenkung), hierauf Wiederaufstieg. Die lichtbewirkten Veränderungen des Blutzuckers und Blutdruckes verlaufen parallel. Im Stadium des herabgesetzten Blutdruckes und der Hypoglykämie ist erhöhte Zuckertoleranz, vielleicht auch Verminderung der Adrenalinsekretion vorhanden.

Auch der Mineralstoffwechsel wird durch das Licht beeinflusst, wie dies aus den bekannten Untersuchungen von ALFRED F. HESS und seinen Mitarbeitern, aus den Arbeiten von P. SCHULTZER sowie aus den Untersuchungen von GRANT und GATES über jahrzeitliche Schwankungen der Blutphosphate hervorgeht, die anfangs März ihren tiefsten Stand erreichten.

ROTHMAN und CALLENBERG fanden, daß Allgemeinbelichtung mit Quarz-quecksilberdampflampen, die zu einer starken Hautentzündung führt, den Serumkalkspiegel sehr beträchtlich erhöht. Wird nach Abklingen der entzündlichen Erscheinungen die Belichtung fortgesetzt und erfolgt später eine zweite Dermatitis, so steigt der Kalkspiegel nach vorübergehendem Sinken wieder an. Bei Pigmentierung mäßigen Grades und weiterer Wiederholung der Belichtungen bleibt der Kalkspiegel unverändert, der mit steigender Pigmentierung weiter ansteigt. Die Erhöhung des Kalkspiegels tritt auch dann ein, wenn die Pigmentierung ohne akut entzündliche Erscheinungen erfolgt. Die Erhöhung des Kalkspiegels nach Lichteinwirkung hält an, auch wenn Wochen seit dem letzten Lichtbade vergangen sind.

L. PINCUSSEN zeigte, daß bei Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen die Kalium- und Kalziumwerte des Blutes charakteristische Veränderungen

aufweisen, die sich in jedem Falle darin äußern, daß das Verhältnis Kalium Kalzium abnimmt, wenn auch graduelle Unterschiede bestehen, die unter anderem durch die Art des angewandten Sensibilisators bedingt sind. Bei Versuchen, bei denen die Versuchstiere der Hochgebirgssonne in Davos ausgesetzt wurden, war die Kaliumausscheidung gegenüber der Kalziumausscheidung vermehrt. Auffällig ist das Ausmaß dieser Veränderung, die weit über die im Blut beobachtete hinausgeht. PINCUSSEN hat in diesem Zusammenhange darauf hingewiesen, daß das Kalium nach der Theorie der KRAUSSchen Schule als Äquivalent des Vagus gilt. Nach den Erfahrungen von PINCUSSEN wäre also anzunehmen, daß durch die Bestrahlung die Vagusäquivalente sich zu gunsten der Sympathikusäquivalente vermindern, so daß diese Verschiebung einen sympathikotonischen Komplex bedeuten würde.

Die Lichtwirkung auf das **Nervensystem** des Menschen ist eine sehr lang geahnte Tatsache, die erst durch die Arbeiten der letzten Jahre dem Verständnis etwas näher gerückt ist.

Zunächst hat E. HERTEL einwandfrei gezeigt, daß nervöse Elemente auch ohne weitere Vermittlung besonderer Empfangsapparate durch Licht gereizt werden können. Je nach der Wellenlänge und der Intensität des verwendeten Lichtes kann bei direkter Bestrahlung normaler und sensibilisierter Nerven die Reaktion im Erfolgsorgan eintreten.

MARMÉ und MOLESCHOTT hatten angegeben, daß „Lichtfrösche“ eine größere Reizbarkeit des Nervensystems besitzen, als Dunkeltiere. Nach GOLOWNIN zeigt auch der Reflexapparat des Rückenmarkes des Frosches unter Lichteinwirkung erhöhte Reflexerregbarkeit.

Ganz allgemein ist anzunehmen, daß nervöse Einflüsse bei den Lichtreaktionen der Organe und Organsysteme von Bedeutung sind, ohne daß man die Wirkung auf das Nervensystem bisher im einzelnen verfolgen könnte.

Die nervöse Beeinflussung der Lichtentzündung ist von DREYER und JANSEN und von MOYCHO studiert worden. Nach einseitiger Durchschneidung des N. sympathicus trat beim Kaninchenohre die Hyperämie an der operierten Seite früher auf, als an dem anderen unter denselben Bedingungen belichteten Ohre. Die Erscheinungen gingen auf der operierten Seite rascher zurück, als bei der normalen.

In jüngster Zeit wird seit den grundlegenden Arbeiten von ST. ROTHMAN dem sympathischen Nervensystem entscheidender Einfluß bei der Lichtwirkung zugeschrieben. ROTHMAN geht von der Ansicht aus, daß nach starken Allgemeinbestrahlungen des Körpers mit kurzwelligem Lichte primäre Sympathikuslähmung erfolgt. Der mittelbare oder unmittelbare Angriffspunkt wird in den sympathischen Nervenendigungen der Haut angenommen. ROTHMAN deutet die Blutdrucksenkung, die nach Lichtbädern einsetzt, als Zeichen einer Herabsetzung des Sympathikustonius, da mit dem Blutdruck auch der Blutzuckerspiegel sinkt, während die Zuckertoleranz steigt. Die Hypotonie nach Lichteinwirkung überschreitet nie ein gewisses Minimum. Einige Tage nach der ersten Lichteinwirkung steigen Blutdruck und Blutzucker wieder an. Dieser Anstieg fällt zeitlich mit dem Pigmentierungsvorgange zusammen. Ist die Pigmentierung verzögert, so gilt dasselbe von dem Wiederanstieg des Sympathikustonius. Die endgültige Einstellung des Blutdruckes und des Blutzuckers erfolgt in der Regel etwas unterhalb des Normalen. Die Lähmung des Sympathikus führt zu einer stärkeren Durchblutung der Organe. ROTHMAN sieht darin mit Recht einer der Ursachen der therapeutischen Wirkung (s. o.).

Zu der Beeinflussung nervöser Prozesse gehört auch die schon oben erwähnte „inzipierende Lichtwirkung“. Auch die allbekannte Wirkung der ultravioletten Strahlen, die auch ohne Erythembildung sich in gehobener arbeitsfreudiger Stimmung äußert, ist hier zu erwähnen. Mir selbst ist es aufgefallen, daß diese Empfindung häufig von einem Gefühl der Abgeschlagenheit und Reizbarkeit abgelöst wird. HASSELBALCH hat den Gemütszustand nach intensiven Kohlenbogen-Lichtbestrahlungen als „Immunität gegen deprimierende Eindrücke“ bezeichnet, ein Zustand, der wohl als „leichte Manie“ aufzufassen wäre.

Von Bedeutung ist schließlich die von O. BERNHARD und von ROLLIER beschriebene analgetische Wirkung der kurzwelligen Spektralanteile, denen die schmerzzerzeugende Wirkung der dunklen Wärmestrahlung in den oberflächlichen Hautschichten gegenüberzustellen ist (C. SONNE).

FR. v. GROER und W. v. JASINSKI haben nach Quarzlampenbestrahlung rasch vorübergehende Hypalgesie der Haut beobachtet, auf die erhebliche Hyperalgesie folgte. Erythem muß hiebei nicht auftreten.

Von den an dieser Stelle zu besprechenden Lichtwirkungen auf die **Temperaturverhältnisse** des Körpers sind die grundlegenden Beobachtungen von CARL SONNE schon kurz erwähnt worden. SONNE fand, daß die Haut des Menschen eine ungleich größere Kalorienmenge erträgt, wenn sie als sichtbare Lichtstrahlung, nicht aber als dunkle Wärmestrahlung zugeführt wird. Bei Bestrahlung mit infraroten Strahlen sank die Temperatur von $45,5^{\circ}$ an der Oberfläche gegen das Innere ab, um in einer Tiefe von 1 cm die Temperatur von 37° zu erreichen. Eine eben noch ertragene Bestrahlung mit den Strahlen des sichtbaren Spektrums ergab jedoch einen Anstieg der Temperatur von der Oberfläche gegen die Tiefe. Bei einer Hauttemperatur von $43,8^{\circ}$ wurde in 0,5 cm Tiefe das Maximum von $47,5^{\circ}$ erreicht. Die Untersuchungen SONNES sind mit Kohlenbogenlampen ausgeführt, die relativ mehr dunkle Wärmestrahlen emittieren, als es die Sonnenstrahlen besitzen. Wir haben daher bei der Sonnenbestrahlung an eine besonders intensive Durchwärmung der Körperoberfläche zu denken, die zweifellos die Wirkung der gleichzeitig einfallenden kurzwelligen Strahlen beeinflussen kann.

Eine erhebliche Steigerung der Körpertemperatur des Menschen hat SONNE ebenso wenig wie HASSELBALCH nach Kohlenbogenlichtbädern beobachtet. Auch war zu erkennen, daß selbst eine heftige Hautreaktion an und für sich keinen Einfluß auf die Rektaltemperatur ausübt.

L. HILL und CAMPBELL zeigten seither, daß nach Sonnenbestrahlung eines Kaninchens die Temperatur der tieferen Gewebe anstieg, die des Felles bis auf 54° C. Wurde nur der Kopf und die oberen Körperteile bestrahlt, so trat Temperaturabfall in den tieferen Geweben ein, die Temperatur des Felles überstieg nicht $46,5^{\circ}$ C. Bei lokaler Kopfbestrahlung mit Kohlenbogenlicht stieg die Temperatur im Gehirn und unter der Galea stark an, die Felltemperatur über 60° C. Die Körpertemperatur fanden die Autoren oft nur wenig verändert. In Versuchen am Menschen sahen HILL und CAMPBELL bei Erzielung derselben Hauttemperatur verschiedene Temperaturen je nach der Strahlenquelle in dem Unterhautzellgewebe. Bei der Kohlenbogenlampe war die Temperatur um $10,5^{\circ}$ C, beim Gasradiator nur um 6,7% höher als die Hauttemperatur.

Vor kurzem haben A. LOEWY und C. DORNO die Haut- und Tiefentemperaturen unter verschiedenen Verhältnissen gemessen. Aus den Ergebnissen dieser Autoren ist besonders hervorzuheben, daß das Maximum der Hauttemperatur sich — bei den freigetragenen Körperteilen — an der Schläfengegend befand. Von hier zur Stirn sank sie um $1,5$ bis 2° , fast unabhängig von der jeweiligen

Abkühlungsgröße und der absoluten Temperatur beider Stellen. Abkühlung einer Hautstelle durch Schnee führte nicht — wie erwartet — zu einer Temperatursenkung nichtabgekühlter Stellen der Haut, vielmehr, in Übereinstimmung mit einer alten Angabe von BUCH, zu einer Steigerung der Hauttemperatur an diesen.

A. LOEWY und C. DORNO haben ferner den Einfluß konduktiv zugeführter Wärme, von Kälte und der Strahlung verschiedener Wellenlängen bezüglich des Verhältnisses der Hauttemperatur zu der in der Tiefe von 2 bis $2\frac{1}{2}$ cm herrschenden untersucht.

Ultrarote Strahlen riefen unter Erzeugung eines Gefühles von heftigem Brennen eine rapide Steigerung der Hauttemperatur von etwa 33° auf 41° hervor, während die Temperatur in der genannten Tiefe langsam auf nur 37° stieg. Die Sonnenstrahlung dagegen erwärmte die Haut allmählich auf nur 38° , in der Tiefe aber stieg die Temperatur — im Sommer in etwa 25 Minuten, im Frühjahr und Winter in etwa 30 bis 35 Minuten — auf 40° .

Die Abhängigkeit vom Vorhandensein der am tiefsten eindringenden roten und kurzwelligen ultraroten Strahlen trat im Jahresgang derart in Erscheinung, daß die Tiefentemperatur im Frühjahr am höchsten stieg und daß sie im Winter noch etwas höher lag als im Sommer. Hygienisch und therapeutisch bemerkenswert ist die von LOEWY und DORNO beobachtete lange Nachwirkung der Tiefentemperatursteigerung. Beim unbedeckt bleibenden Beine war erst 50 Minuten nach Schluß der Bestrahlung die Ausgangstemperatur wieder erreicht. Bei Anlegung von Bekleidungsstücken muß sich also die Nachwirkung noch weit länger geltend machen.

Künstliche Lichtquellen wirkten der Sonnenstrahlung um so ähnlicher, je mehr sie ihr in ihrer Strahlung glichen. Daher verhielt sich die Kohlenbogenlampe der Sonnenstrahlung ähnlicher als die NERNST-Lampe, die hauptsächlich oberflächliche Wirkungen äußerte. Erwähnenswert ist, daß bei Kombination von Bestrahlung mit Kühlung der Haut, die die bestrahlten Teile umgibt, die Wirkung der Strahlung der NERNST-Lampe auf die tieferen Teile der Haut und auf die Unterhaut sehr erheblich gesteigert war, und daß auch die Tiefenschädigungen weit deutlicher wurden. Erwärmung hatte trotz höherer Hauttemperatur keine so intensive Wirkung auf die Tiefe zur Folge.

Die Wärme- und Kältezufuhr mittels Kompressen hatte in den Versuchen von LOEWY und DORNO eine Wirkung, die sich zwischen der von den ultraroten und leuchtenden Strahlen verursachten hielt. Zugeführte Kälte zeigte hierbei eine wesentlich stärkere Tiefenwirkung als Wärme. Erstere hatte eine Außenwirkung von 10° , eine Tiefenwirkung von $5,7^{\circ}$, letztere eine Außenwirkung von 13° , hingegen eine Tiefenwirkung von nur 4° .

LENKEI konnte bei gesunden Menschen auch bei intensiven Sonnenbädern die Körpertemperatur nicht erheblich oder länger erhöhen. Die Regulationsvorrichtungen machen sich geltend und die Rektaltemperatur des Organismus kann schließlich noch niedriger sein, als vor dem Sonnenbade. Der Kopf war bei diesen Besonnungen geschützt.

Die Erscheinungen des Sonnenstiches, die nach den Untersuchungen von P. SCHMIDT im wesentlichen auf die Wirkungen der sichtbaren Spektralbezirke zurückzuführen sind, sind hier nur zu erwähnen.

BACH beobachtete nach Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne keine wesentliche Beeinflussung der Körpertemperatur des gesunden Menschen. Bei fieberhaften Zuständen ist von THEDERING Herabsetzung beschrieben worden. KOENIGSFELD sah nach Höhensonnenbestrahlung geringfügige Erniedrigung der Aftertemperatur. Bei diesen Beobachtungen haben jedenfalls verschiedene

Umstände mitgespielt. So geht die Quarzquecksilber-Lichtbestrahlung des Menschen in der Regel mit allgemeiner Abkühlung einher.

Schließlich ist hier auf den von H. PFEIFFER mitgeteilten Temperatursturz sensibilisierter Tiere bei Belichtung hinzuweisen.

Die Wirkung des Lichtes auf **isolierte Organe und Organsysteme** muß, wie schon erwähnt, von dem Gesichtspunkte aus betrachtet werden, daß die Lichtreaktion der vom Körper losgelösten Organe nicht der des in situ befindlichen entsprechen muß. Mit dieser Einschränkung sei bemerkt, daß durch die Belichtung die Blutgerinnung aufgehoben oder verzögert, Blutkörperchen hämolyisiert, Leukozyten und Lymphozyten geschädigt und abgetötet werden können. Die Wirkung auf überlebende glattnuskelige Organe ist z. B. bei der ausgeschnittenen Iris, dem Froschmagen, dem Froschuterus u. a. m. studiert worden. Y. AZUMA fand starke Verkürzungen und Erregbarkeitsabnahme quergestreifter Muskeln bei Bestrahlung mit ultravioletem Lichte. E. P. PICK und sein Mitarbeiter konnten Lichtwirkung bei sensibilisierten Froschherzen nachweisen und zeigen, daß dies Organ eine der empfindlichsten biologischen Lichtreaktionen zeigt, die es überhaupt gibt. F. LIPPAY beobachtete Kontrakturen und rhythmische Verkürzung quergestreifter sensibilisierter Muskeln bei Bestrahlung mit sichtbarem Lichte. Auch diese Lichtreaktion war sehr empfindlich.

Von den **Beziehungen der natürlichen Pigmente zum Lichte** ist an verschiedenen Stellen dieses Handbuches die Rede. Zusammenfassend ist hier zu sagen, daß die Pigmentbildung die aktive Pigmentwirkung, der Pigmentschutz und schließlich die Beziehungen des Pigmentes zu der heilenden Lichtwirkung kurz in den Kreis unserer Betrachtungen einzubeziehen sind. Die lichtbewirkte Pigmentbildung ist in dem Abschnitte von G. POLITZER abgehandelt worden.

Die aktive Pigmentwirkung kann an dieser Stelle nur Erwähnung finden, da in diesem Punkte eine sichere Brücke zu therapeutischen Geschehen nicht gefunden werden kann. Wie in den Ausführungen über die sensibilisierende Wirkung bemerkt wurde, wird die photobiologische Sensibilisation der Lebewesen durch fluoreszierende Farbstoffe verursacht. Auch natürliche Farbstoffe können diese Wirkung in vitro wie in situ ausüben. Die Frage, ob hier eine Ursache der heilenden Wirkung zu erblicken ist, soll weiter unten berührt werden.

Der Pigmentschutz, das ist der Lichtschutz des Körpers durch Pigment ist in diesem Buche ebenfalls schon von G. POLITZER erwähnt worden. Ich möchte hier nur den klassischen Armversuch FINSSENS, dem die Lichttherapie ihre wichtigsten Impulse verdankt, wiedergeben.

FINSEN befestigte an der Beugeseite seines Unterarmes eine kleine Bergkristalllinse, sowie einige Glasstücke von verschiedener Farbe, malte mit Tusche einige Buchstaben und Striche auf die Haut und trug endlich auf je einem Felde eine Glycerinsalbe und eine braun-gefärbte Salbe auf. Dann exponierte FINSEN den Arm einer starken Bogenlampe (40000 Normalkerzen, 80 Ampère, Objekt-Focusdistanz 50, bzw. 75 cm, je 10 Minuten), hierauf wurden die Tuschzeichen und die Salbe abgewaschen und die Glas-, bzw. Bergkristallstücke entfernt. Unmittelbar nach dem Versuch war die bedeckte und unbedeckte Haut des Unterarmes gerötet. Am nächsten Tag (zwölf Stunden nach der Bestrahlung) war eine Rötung der Haut nur mehr an den unbedeckten Stellen und an dem Orte, wo die Bergkristalllinse lag, sichtbar. Dort jedoch, wo die Haut mit Glas, Salbe oder Tusch geschützt war, zeigte sie völlig normales Aussehen. Nach einigen Tagen begann sich die Haut an den entzündeten Stellen zu schälen. Die neue Epidermis war stärker pigmentiert und die Buchstaben

und die mit Glasplatten oder Salbe bedeckten Flecke erschienen weiß auf braunem Grunde. Erst nach sechs Monaten war die Pigmentierung vollkommen verschwunden. Aus diesem Versuche, welcher sich eng an die Beobachtungen WILDMARKS, HAMMERS, und MÖLLERS anschließt, zog FINSEN folgende Schlüsse: Das Früberythem ist kalorisch bedingt, es tritt auch an den von Tusche bedeckten, somit lichtgeschützten Stellen auf. Die späteren Entzündungsvorgänge werden jedoch durch die kurzwelligen Strahlen hervorgerufen, da bereits ein Glasfilter, welches vorwiegend den ultravioletten Teil des Spektrums absorbiert, die Wirkung aufhebt oder zumindest im hohen Maße schwächt.

FINSEN setzte den Versuch fort, indem er nun den stellenweise pigmentierten Arm neuerdings bestrahlte. Die Folge war, daß die unpigmentierten, von der Entzündung verschont gebliebenen Stellen eine Dermatitis aufwiesen, während die von der ersten Bestrahlung her pigmentierte Haut unversehrt blieb. FINSEN nahm an, daß Hautstellen, die eine Lichtentzündung durchgemacht haben, eine erhöhte Resistenz gegen eine neuerliche Bestrahlung zeigen. Dieser Lichtschutz werde durch die Pigmentvermehrung nach der ersten Bestrahlung bedingt. Diese Ansicht FINSENS über die Bedeutung des Pigmentes für den Lichtschutz fand allgemeine Zustimmung. Zahlreiche Tatsachen aus der Erfahrung der Heliotherapeuten wurden zu ihrer Stütze geltend gemacht. Die Epheliden nehmen an einer Dermatitis solaris nicht oder nur in geringem Maße teil. Ja, auch die dunklere Farbe der Rückenseite verschiedener Tiere, die Dunkelfärbung der in den Tropen wohnenden Menschen wurden im Sinne der FINSENSchen Hypothese erklärt.

Hiezu ist noch zu bemerken, daß diese ausschließliche Zurückführung des Lichtschutzes auf das Pigment sicher zu weit ging, wie schon oben hervorgehoben wurde. Ich glaube aber, daß man sich davor hüten muß, nun in das andere Extrem zu verfallen.

Was nun die Beziehungen der Pigmente zu den heilenden Lichtwirkungen betrifft, so wurden vielfach Beziehungen zwischen Heiltendenz und gesteigerter Pigmentbildung angenommen. Trotz gegenteiliger Ansicht haben die erfahrensten Heliotherapeuten wie ROLLIER immer wieder darauf verwiesen, daß recht oft stark einsetzende Pigmentierung mit deutlicher Heilwirkung bei Tuberkulose einhergeht. Hiebei ist zu bedenken, daß Pigmentbildung nur ein Anzeichen für die Reaktionsfähigkeit des Organismus im Licht überhaupt sein könnte, ohne daß das Pigment selbst beim Heilungsprozeß beteiligt wäre.

Für die Annahme eines aktiven Eingreifens der lichtbewirkten Pigmente fehlt vorläufig jeder Nachweis. Durch HILL ist sogar gezeigt worden, daß Melanin keine sensibilisierenden Eigenschaften besitzt.

Die Bedeutung des Pigmentschutzes, wie der Lichtgewöhnung überhaupt scheint mir darin zu liegen, daß Individuen, die derartige Abwehrvorrichtungen besitzen, einer intensiveren Belichtung ausgesetzt werden können, als dies sonst der Fall ist.

Soweit ich die Beziehungen der Pigmente zur heilenden Lichtwirkung übersehe, können wir bisher nur sagen, daß das Licht die Bildung melanotischer Pigmente auslösen und unter Umständen durch Pigmente in seiner Wirkung verstärkt oder abgeschwächt werden kann. Daß man aber dem lichtbewirkten Pigmente in der Lichttherapie eine wichtigere Rolle zubilligen kann, als z. B. der bakterientötenden Wirkung, scheint mir nicht erwiesen.

Die Lichterkrankungen des Menschen und der Tiere

Krankheiten, die in einen Zusammenhang mit Belichtung gebracht werden, können zunächst durch Einwirkung krankmachender Belichtung auf Individuen normaler Lichtempfindlichkeit, ferner durch Belichtung lichtüberempfindlicher

Personen mit einem Licht, das auf normale Individuen nicht schädlich wirkt, verursacht werden.

Die eben genannten Krankheitsbedingungen können auch an einem und demselben Individuum beobachtet werden.

Zu der ersten Krankheitsgruppe gehören im wesentlichen nur die Lichtreaktion der Körperoberfläche und des Auges, die in diesem Buche an anderen Stellen behandelt werden. Alle übrigen oder zumindest alle anderen ausgesprochenen Lichtkrankheiten sind in die Gruppe der gesteigerten Lichtempfindlichkeiten einzureihen, zu denen sich eventuell auch die Einwirkung an sich krank machender Bestrahlung gesellen kann.

Von diesen Lichterkrankungen sind zunächst die optischen Sensibilisationskrankheiten zu erwähnen, die durch photobiologische Sensibilisation im Sinne HERMANN v. TAPPEINERS verursacht werden. Je nachdem diese Substanzen von außen mit der Nahrung oder sonstwie zugeführt, oder vom Organismus gebildet werden, sind sie von mir vor Jahren als endogene oder exogene Sensibilisationserkrankungen bezeichnet worden.

Als exogene Sensibilisationserkrankungen sind folgende tierische Affektionen anzusehen: die Buchweizenkrankheit der Haustiere, die Erkrankung der Schafe nach Genuß von *Hypericum crispum*, vermutlich die Kleekrankheit, ferner die Erkrankung der Schweine nach dem Genuß der Farbwurzel *Lachnanthes*, ferner eine weitere Reihe tierischer Affektionen, die wahrscheinlich auf dieselben Ursachen zurückgehen.

Als optische exogene Sensibilisationskrankheiten des Menschen sind mit ziemlicher Sicherheit die von PRIME beschriebene Affektion nach langdauerndem Eosingenuß, ferner gewerbliche Beobachtungen von LEWIN bei Arbeitern, die mit gewissen Teerfarbstoffen gearbeitet hatten, zu bezeichnen.

Hierzu sind während des Krieges noch eine Reihe von Beobachtungen gekommen, die auf die Verwendung unreiner Präparate zurückzuführen sind, die offenbar sensibilisierende Beimengungen enthielten.

Es wäre von Interesse, zu erfahren, ob die schon seit langem bekannten Arzneiexantheme in Beziehung zu photodynamischer Schädigung des Organismus stehen oder ob sie auf andere Weise mit Lichteinflüssen zusammenhängen.

Von den endogenen Sensibilisationskrankheiten ist in erster Linie an die Hydroa zu denken. Dies gilt vor allem für die Fälle, die mit Porphyrinbildung und Porphyrinausscheidung einhergehen, wenngleich der Zusammenhang zwischen dieser Erkrankung und der Anwesenheit des Farbstoffes sicher komplizierter Natur ist, als man bisher annahm. An dieser Stelle möchte ich darauf hinweisen, daß in der Literatur ein Fall schwerster Hydroa erwähnt wird, der trotz seiner Lichtempfindlichkeit für Lupus gehalten wurde und daß bei diesem Falle eine Behandlung mit Finsenlicht eingeleitet wurde, — eine Warnung für jeden Lichttherapeuten!

In diese Krankheitsgruppe scheinen mir auch einige urtikarielle Erkrankungen zu gehören, die in den letzten Jahren beschrieben wurden und deren Lichtbeziehungen sichergestellt scheinen.

Abgesehen von den eben erwähnten Krankheitsformen, deren Ätiologie geklärt oder zumindest erörterungsfähig ist, gibt es noch eine Reihe von Lichterkrankungen, deren Ursache noch ganz unbekannt ist.

Hiezu gehört das Ekzema solare, die Pellagra, das Xeroderma pigmentosum, die Seemannshaut. Ferner sind hier der Lupus erythematodes disc. und mit einiger Reserve die Variola zu nennen.

Die Lichtbeziehungen der Malaria sind für den Lichttherapeuten nicht unwichtig, da durch intensive Bestrahlung latente Malaria manifest werden kann. P. REINHARDT konnte durch Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne bei latenter Malaria in einem großen Prozentsatz der Fälle in kurzer Zeit das Erscheinen von Parasiten im peripheren Blut erzielen. Es liegt hier eine völlig unspezifische Lichtwirkung vor, die aber gelegentlich in Erscheinung treten kann.

Schließlich ist noch an die Lichtbeziehung der hämorrhagischen Diathese zu denken. Im Anschluß an Beobachtungen von W. HAUSMANN und E. MAYERHOFER hat vor allem TRAUNER über Beziehung zwischen hämorrhagischer Diathese und Belichtung berichtet. Daß diese Lichtbeziehungen in therapeutischer Hinsicht von großer Bedeutung sein können, geht aus den Ausführungen von SORGO in diesem Handbuche über die Lichtbehandlung der Lungentuberkulose hervor.

In gewissem Sinne ist wohl auch die Rachitis eine Lichterkrankung. Vielleicht kann diese Affektion als eine Krankheit aufgefaßt werden, bei der sich der Organismus gegen Lichtmangel empfindlicher verhält, als dies gewöhnlich der Fall ist, daß er also gegen Lichtmangel sensibilisiert erscheint, wie dies die glänzenden Erfolge der von HULDSCHINSKY entdeckten Ultraviolett-Therapie der Rachitis beweisen (vgl. den Abschnitt dieses Autors).

Unter gewissen Voraussetzungen können Lebewesen durch Licht nicht nur geschädigt, sondern auch getötet werden. Dieser Lichttod ist bei sensibilisierten tierischen Lebewesen vom Menschen bis hinab zum Infusorium anzunehmen. Der Eintritt und die Möglichkeit des Lichttodes nicht vorbehandelter tierischer Lebewesen wird von der Größe des betreffenden Organismus und den Absorptionsverhältnissen der Körperoberfläche weitgehend beeinflusst.

Am frühesten ist die Abtötung von Bakterien durch Licht bekannt geworden. Die Kenntnis dieser Lichtwirkung ist für die Lichttherapie wie für die gesamte biologische Lichtforschung von größter heuristischer Bedeutung geworden, obwohl gerade ihre meist angenommene Beziehung zur Lichttherapie nicht mehr zu Recht besteht.

Es ist seit den grundlegenden Beobachtungen von DOWNES und BLUNT in tausendfältiger Erfahrung bestätigt worden, daß Bakterien durch Licht abgetötet werden können, und daß vor allem die kurzwelligen, ultravioletten Spektralbezirke diese Wirkung ausüben. Bei höherer Temperatur wirken auch die längerwelligen sichtbaren Spektralbezirke bakterizid, die ultraroten scheinen in ihrer bakterientötenden Wirkung die der leuchtenden Strahlen zu übertreffen.

Verschiedene Bakterien werden vom Licht in verschiedenem Maße beeinflusst. Vom Interesse ist die relativ starke Wirkung des kurzwelligen Lichtes auf Sporen. Der Unterschied in der Resistenz der Sporen und der vegetativen Formen ist kein so großer, wie wir es bei der Einwirkung anderer Einflüsse, wie etwa des strömenden Wasserdampfes zu sehen gewöhnt sind. Vielleicht ist bei der Lichtwirkung auf die Sporen auch die Konfiguration der Sporen sowie die Lichtbrechungsverhältnisse in diesen Lebensformen von erheblichem Einflusse, ebenso wie dies von HAXTHAUSEN bei der Lichteinwirkung auf die Lupusknötchen angenommen wurde.

Wie schon erwähnt, wurde der bakteriziden Lichtwirkung der Hauptanteil an der Heilwirkung des Lichtes insbesondere auf tuberkulöse Prozesse zugeschrieben. Daß die Tuberkelbazillen ebenso wie andere Bakterien durch Licht

abgetötet werden, steht fest. Ebenso sicher ist es aber, daß Tuberkelbazillen in belichteten tuberkulösen Geweben, deren Heilung durch das Licht herbeigeführt wird, nicht abgetötet sein müssen und es in der Regel nach der Belichtung auch nicht sind. Bei der indirekten Lichtwirkung kommt eine direkte bakterizide Lichtwirkung überhaupt nicht in Frage. Die bakterienabtötende Eigenschaft des Lichtes kann deshalb sicher nicht als Hauptfaktor bei der Heilwirkung angesehen werden.

Die Ursache der therapeutischen Lichtwirkung ist überhaupt noch unklar und alle bisher ins Treffen geführten Argumente können uns wie bei so vielen anderen Heilwirkungen keine befriedigende Erklärung geben.

Literatur

Von zusammenfassenden Darstellungen vgl.:

BERNHARD, O.: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie. Stuttgart. 1923. — HAUSMANN, W.: Grundzüge der Lichtbiologie und Lichtpathologie. Berlin-Wien. 1923. — DERSELBE: Allgemeine Lichtbiologie und Lichtpathologie. Lehrbuch der Strahlentherapie, herausgegeben von Hans Meyer, Bd. I, S. 613. Berlin-Wien. 1923. — DERSELBE: Über Licht und Krankheiten usw. Verh. d. Klim. Tagung Davos. 1925. Basel 1926 und Strahlentherapie, Bd. 22, S. 205. 1926. — LOEWY, A.: Der heutige Stand der Physiologie des Höhenklimas. Berlin. 1926. — PINCUSSEN, L.: Biologische Lichtwirkungen. Ihre physikalischen und chemischen Grundlagen. Ergeb. d. Phys., Bd. 19, S. 79. S. A. 1920.

Die Literaturhinweise der im Texte angeführten Arbeiten sind im wesentlichen in den oben erwähnten Darstellungen des Verfassers enthalten. Abgesehen hiervon vergleiche:

AZUMA, Y.: Effects of Ultra-Violets rays upon Skeletal Muscle. Proc. of the royal S. B., Bd. 101, S. 24. 1927. — BOVIE, W. T.: The effects of light on growth and development. Arch. of phys. therapy. X-rays, radium, Bd. 7, S. 507. 1926. — GYÖRGY, P.: Therapeutische Versuche mit bestrahltem Ergosterin. Klin. Wochenschr., Nr. 13. 1927. — W. HAUSMANN und O. KRUMPEL: Über die Durchlässigkeit ungefärbter Gläser für ultraviolette Strahlen in ihrer hygienischen Bedeutung. Wr. kl. Wochenschr. Nr. 9, 1927. — HAUSMANN, W., NEUMANN, W., und SCHUBERTH, K.: Der Einfluß des Lichtes auf Tuberkulin, I. und II. Mitt. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 46, S. 32, 1926, und Bd. 47, S. 113, 1927. — HAUSMANN, W., und SONNE, C.: Über die sensibilisierende Wirkung des Hämatoporphyrins im Ultraviolett. Strahlentherapie, Bd. 25, S. 174. 1927. — HESS, A. F., WEINSTOCK, M., SHERMAN, E.: Antirachitic properties developed in human milk by irradiation of the mother. Journ. of the Amer. med. assoc., Bd. 88, S. 24. 1927. — HESS, A. F., und WINDAUS zit. nach HOLTZ, FR.: Die antirachitischen Vitamine. Klin. Wochenschr., Nr. 12. 1927. — HILL, L.: The influence of sunshine and open air on health. Verhandl. der Klim. Tagung in Davos 1925, Basel 1926. — LIPPAY, F.: Über die Wirkungen des Lichtes auf den sensibilisierten quergestreiften Muskel. Klin. Wochenschr., Nr. 14. 1927. — LÖWY, A., und DORNO, C.: Über Haut- und Körpertemperaturen und ihre Beeinflussung durch physikalische Reize. Strahlentherapie, Bd. 20, S. 411. 1925. — POHL, R.: Über die Absorptionsspektren des antirachitischen Provitamins und Vitamins. Nachr. v. d. Ges. d. Wiss. Göttingen. Math. naturw. Kl., H. 2, S. 185. 1926. — POLITZER, G., und SCHEMINZKY, FR.: Über die Wirkung elektromagnetischer Strahlen verschiedener Wellenlängen auf die TRAUBESCHEN Zellen. Strahlentherapie, Bd. 23, S. 385. 1926. — SPIEGEL-ADOLF M.: Phys.-chem. Untersuchungen bestrahlter Proteide. I. Mitt. Biochem. Zeitschr. 1927 (im Druck). — VÖLTZ, W.: Die Bedeutung des Lichtes für das Gedeihen unserer Haustiere und für die Gewinnung vitaminreicher Milch. Mitt. d. dtsh. Landw. Ges., S. 50, 1926; dortselbst Literatur (vgl. auch LUTZSCHALL: Rachitis und Ultraviolettlicht. Strahlentherapie, Bd. 25, S. 121. 1927).

Die morphologischen lichtbewirkten Veränderungen normaler und erkrankter Gewebe

Von

Georg Politzer-Wien

Mit 10 Abbildungen

Im vorliegenden Abschnitt sollen die histologischen Befunde an bestrahlter normaler und erkrankter Haut geschildert werden. Hierbei sollen besonders jene Befunde Erwähnung finden, welche mit Hilfe neuerer Untersuchungsmethoden gewonnen, zu einer grundsätzlichen Änderung in der Deutung gewisser photobiologischer Vorgänge geführt haben. Bei Besprechung der Befunde über Pigmentierung und Lichtschutz wird ein wenig über den Rahmen rein morphologischer Betrachtungsweise hinausgegangen werden, da ein Verständnis der Bedeutung der Pigmentierungsvorgänge nur unter Berücksichtigung einiger Ergebnisse physiologischer Forschung möglich ist.

Zytologische Untersuchungen über die Wirkung des ultravioletten Lichtes

HERTEL hat bereits 1904 eingehende Studien über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf einzelne Zellen veröffentlicht. Er legte sich die Frage vor, ob Strahlen ungleicher Wellenlänge quantitativ und qualitativ verschiedene Wirkungen ausüben. Im Spektrum der Sonne oder des Kohlenbogenlichtes sind die Intensitäten der einzelnen Spektralbezirke zu gering, um bereits bei nicht übermäßig protrahierter Bestrahlungszeit morphologische Veränderungen hervorzurufen. HERTEL verwendete deshalb die diskontinuierlichen Spektren glühender Metaldämpfe, vor allem des Magnesiums, Kadmiums und Zinks. Seine Apparatur bestand aus einem an die Gleichstromleitung von 220 Volt angeschlossenen Funkeninduktor von 20 cm Schlagweite und einem Quecksilberrotationsunterbrecher. Zur Verstärkung bzw. Abschwächung diente ein verstellbarer Plattenkondensator; in den Sekundärstrom war die Funkenstrecke mit entsprechenden Elektroden eingeschaltet. Zur Einstellung der gewünschten Spektrallinie diente ein drehbares Quarzprisma. Mit dieser Versuchsanordnung untersuchte HERTEL den Einfluß der Strahlen von $280\text{ }\mu\mu$ Wellenlänge auf Bakterien, Protozoen, Cnidarien, Würmer, Mollusken, Amphibien und Pflanzenzellen. Im folgenden Jahre (1905) dehnte HERTEL seine Untersuchungen auch auf Strahlen anderer Wellenlängen aus.

Von besonderer Bedeutung ist die gleichfalls 1905 ausgeführte Untersuchung HERTELS über den Einfluß des ultravioletten Lichtes auf die Zellteilung. Bei Seeigeleiern (*Echinus microtuberculatus*) bewirkten starke Strahlendosen ein

schnelles Absterben der Zellen, während schwächere nur den Teilungsvorgang hemmten. Einen primären Anstieg der Teilungsgeschwindigkeit durch Belichtung konnte HERTEL in keinem Falle nachweisen. Die bereits von früheren Autoren erkannte Vermehrung der Karyokinesen im belichteten Gewebe ist nicht als direkte Lichtwirkung, sondern als Teilgeschehen im Vorgang der Regeneration aufzufassen. Auch POLITZER und ALBERTI haben späterhin gezeigt, daß nach der Bestrahlung von Urodelencorneen (*Salamandra maculosa*) mit ultravioletttem Licht vorerst Nekrosen und Epithelverschiebungen auftreten, wobei die Karyokinesen aus den erhalten gebliebenen Teilen der Cornea verschwinden. Erst nach dieser mitosenfreien Zwischenzeit erscheinen neuerdings Karyokinesen, welche eine wichtige Rolle bei der Regeneration der zerstörten Hornhautteile spielen.

HERTEL machte ferner die Beobachtung, daß bei jenen Eiern, welche bei der Bestrahlung über dem Blendenrand lagen, bei denen somit nur ein Teil des Eies z. B. eine Blastomere getroffen wurde, die Teilungshemmung nur auf die bestrahlte Furchungszelle beschränkt war, während die unbestrahlte ihre Entwicklung fortsetzte. Diese Beobachtung wurde in ihrer methodologischen Bedeutung bereits von HERTEL erkannt. Es ist auf diese Weise möglich, in einer für die Nachbarzellen wesentlich schonenderen Art, als bei den bisherigen Methoden, einzelne Blastomeren, ja vielleicht sogar nur Teile einer solchen abzutöten, ein Verfahren, welches somit für entwicklungsmechanische Untersuchungen besonders geeignet ist.

TSCHACHOTIN hat nun die von HERTEL begründete Teilbestrahlung in technischer Hinsicht wesentlich vervollkommenet. Zur Bestrahlung kleiner Eibezirke verwendet TSCHACHOTIN folgende Versuchsanordnung (Abb. 1):

Ein Mikroskop *A* dient zur Beobachtung, ein zweites *B*, welches gegen das erste um 90° geneigt ist, als optische Bank. Aus dem Mikroskop *B* wird das Okular und der obere Teil des Tubus entfernt. Die Strahlen, welche das HERTELSche Prisma passiert haben, treten durch den Tubus ein und gelangen in das Quarzobjektiv *O*₁ (6 mm Monochromat). Dieses vereinigt sie zu einem reellen ultravioletten Bild der Lichtquelle in der Ebene des Objektisches *F*₁. Hier befindet sich eine regulierbare, spalt- oder kreis-(iris)-förmige Blende. Der ABBESche Apparat des Mikroskops *B* enthält eine Quarzlinse. In den Strahlengang ist hierauf ein totalreflektierendes Quarzprisma *Pr* eingeschaltet, welches am Mikroskope *A* an Stelle des Spiegels befestigt ist. Dann gelangen die Strahlen durch den Kondensor *O*₂ zum Objektisch des Mikroskops *A*, welcher das Präparat trägt. Um das Objekt vor, während und nach der Bestrahlung beobachten zu können, ist zwischen dem Kondensor des Mikroskops *B* und dem Prisma *Pr* ein durchlochter Spiegel *S* von der Art eines Augenspiegels angebracht. Dieser reflektiert das Licht einer hinter dem Mikroskop *A* befindlichen elektrischen Lampe *L* auf das auf dem Objektisch des Mikroskops *A* befindliche Präparat *P*. Man kann somit mit Lampenlicht einstellen. Dann schiebt man den Schirm *Ec* vor die Lampe; es erscheint hierauf das ultraviolette Spaltbildchen als grünlicher Streifen in der Fluoreszeinlösung, in welcher sich das Präparat befindet. Beide Mikroskope ruhen auf dem Träger *E*, welcher so gebaut ist, daß die beiden Mikroskope in einem Winkel von 90° zueinander geneigt sind.

TSCHACHOTIN hat mit diesem Apparat zahlreiche Untersuchungen vorgenommen, welche mir jedoch nur zum Teil zugänglich sind, so daß ihre Besprechung an diesem Orte unterbleiben muß. SCHLEIP hat die Methode TSCHACHOTINS in seinen Untersuchungen über „Die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die morphologischen Bestandteile des Askarideneies“ angewendet. Über das gleiche Thema berichtete bereits STEVENS: wird die Entwicklung einer oder mehrerer Blastomeren des Eies von *Ascaris megaloccephala* durch sechs- bis achtstündige

Bestrahlung mit ultravioletttem Licht im Zwei- bis Vierzellenstadium verhindert, so bringen die übrigbleibenden Blastomeren dieselben Zellen oder Zellgruppen hervor, welche sie bei normaler Entwicklung des ganzen Eies gebildet hätten. Geringere Dosen verursachen verschiedene Unregelmäßigkeiten der Entwicklung. Die Chromosomen zeigen Fragmentation; die Teilung der Zellen, besonders der vegetativen Eihälfte sind verzögert. Es werden „lange wurmförmige Embryonen mit zu wenig Zellen gebildet, bestehend aus einer verlängerten animalen Blastula mit einer Masse großer vegetativer Zellen an einem Ende“. Die Diminution der

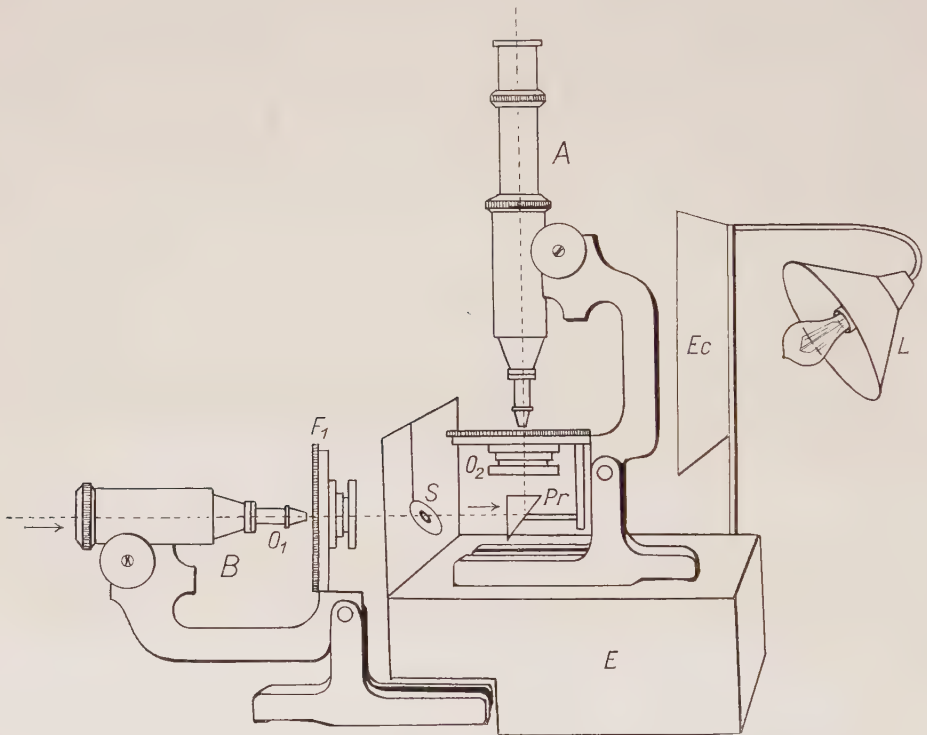


Abb. 1. Versuchsanordnung für die Strahlenstichmethode nach Tschachotin.

Chromosomen ist gestört. Schädigungen der Chromosomen unmittelbar nach der Bestrahlung wurden nicht beobachtet. SCHLEIP konnte die von STEVENS erhobenen Befunde zum großen Teil bestätigen. Er nahm, wie erwähnt, auch Versuche mit der „Strahlenstichmethode“ (radiopiquère TSCHACHOTINS) vor, wodurch die Expositionszeit von Stunden (STEVENS) auf wenige Sekunden herabgesetzt werden konnte. Ferner ergänzte er die Totalbestrahlungen STEVENS durch Bestrahlungen einzelner Eiteile. Das ultraviolette Strahlenbündel machte SCHLEIP durch eine 0,01%ige Lösung von Uranin sichtbar.

SCHLEIP wies nach, daß starke Bestrahlung des Plasmas zum Zelltod führt. Ob der Tod nach einer solchen Bestrahlung augenblicklich oder erst nach einer gewissen Zeit eintritt, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls sistiert nach einer vier Minuten langen Totalbestrahlung des Eies jede Bewegung des Plasmas sofort. Dies ist an so bestrahlten Eiern durch folgende Erscheinungen

zu erkennen: 1. die Zweiteilung tritt nicht ein; 2. sind normale Eier belichtet worden, so behält der Dotter seine schalenförmige Anordnung um die Vorkerne dauernd bis zum Absterben des Eies bei; 3. sind auf dem Vorkernstadium stehende, zentrifugierte Eier bestrahlt worden, so bleibt die Schichtung der Plasmastoffe ebensolange bestehen und 4. Vorwölbungen hyaliner Plasmotropfen treten nicht auf, d. h. das Ei behält bis zum Absterben seine kugelförmige Gestalt. Wird der Kern mitbestrahlt, so ist die zur Abtötung des Eies nötige Dosis geringer, als wenn nur das Plasma bestrahlt wurde, doch kann auch bei alleiniger Bestrahlung des Plasmas das Ei abgetötet werden. An zentrifugierten Eiern ist eine gesonderte Bestrahlung des Dotters, der Granula und des übrigen Plasmas möglich. Dieser Versuch ergibt, daß Plasma und Dotter etwa gleich, die Granula jedoch weniger empfindlich sind. Die Bestrahlung des Plasmas allein kann auch zu deutlicher Schädigung der nicht mitbestrahlten Kerngebilde (z. B. Chromosomen) führen, doch sind hierzu stärkere Strahlenmengen nötig, als wenn die Chromosomen mitbestrahlt worden wären. Von den Bestandteilen der Teilungsfigur scheinen Zentrosomen und Spindel wesentlich weniger empfindlich zu sein als die chromatische Substanz.

In Untersuchungen anderer Autoren, u. a. HOLTHUSEN, konnte für Röntgenstrahlen der Nachweis erbracht werden, daß Zellen in verschiedenen Teilungsphasen zumindest dieser Noxe gegenüber verschiedene Empfindlichkeit aufweisen. SCHLEIP fand, daß die kürzeste Belichtungsdauer mit ultravioletten Strahlen, welche gerade noch die Teilungsfähigkeit aufhebt,

auf dem Vorkernstadium meistens 30 Sekunden,

nach einstündiger Teilungsvorbereitung im Thermostaten 2 Minuten,

unmittelbar vor der Zweiteilung 1 Minute,

kurz nach vollendeter Zweiteilung 45 Sekunden

beträgt. Doch scheinen ihm die Schwankungen nicht groß genug, um bei der relativ geringen Zahl von einschlägigen Versuchen daraus bindende Schlüsse zu ziehen. Außer den kurz nach der Bestrahlung auftretenden Störungen fand SCHLEIP auch Späteffekte; so erwies sich besonders die Gastrulation als „kritische Phase“ in der Entwicklung.

Die SCHLEIPschen Untersuchungen sind für die Wirkungsweise der ultravioletten Strahlen auch noch in anderer Hinsicht von grundlegender Bedeutung. HERTWIG nahm an, daß die Röntgenstrahlen vorwiegend, wenn nicht ausschließlich auf den Kern wirken. Die Annahme hat zu einer unberechtigten Gering-schätzung der Plasmاسensibilität überhaupt geführt. Es ist dies um so merkwürdiger, als bereits zahlreiche Untersuchungen über Plasmaschädigungen zumindest durch Röntgenstrahlen vorliegen. Besonders hervorzuheben ist die von SCHLEIP ermittelte Tatsache, daß Plasmabestrahlungen auch Kernschädigungen im Gefolge haben, ein neuer Beweis für die innigen stofflichen Beziehungen, welche zwischen Kern und Plasma bestehen.

SCHLEIP empfiehlt weitere Untersuchungen an anderem Material, bei welchem durch leichte Kompression der Eier während der Bestrahlung des Kernes die über und unter diesem gelegene Plasmazone abgedrängt werden kann. Erst dann sind isolierte Kernbestrahlungen möglich, ein Versuch, welcher bei *Ascaris* an der geringen Elastizität der Zellmembran scheitert. Endlich wäre darauf hinzuweisen, daß die Verwendung der Uraninlösung bzw. Fluoreszeinlösung durch eine eventuelle photodynamische Steigerung der Lichtwirkung die Auswertung der Versuchsergebnisse in mancher Richtung stört und diese auch verändert. Sollte es sich ergeben, daß das Uranin einen Photosensibilisator darstellt, dann wäre ein desensibilisierender Zusatz zu der Lösung empfehlenswert.

Morphologische Untersuchungen zur Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen

Die Lichtwirkungen werden in direkte und indirekte eingeteilt. Die direkten können nur dort in Erscheinung treten, wo wirksame Strahlen absorbiert worden waren. Alle Veränderungen außerhalb des Durchstrahlungsfeldes sind als indirekte Wirkungen aufzufassen. Innerhalb dieses Feldes werden direkte und indirekte Wirkungen offenbar miteinander konkurrieren, ohne daß wir mit unseren beschränkten Untersuchungsmitteln stets in der Lage wären, diese von jenen zu sondern.

Im vorliegenden Abschnitt sollen nur jene Veränderungen besprochen werden, welche sich im durchstrahlten Bereich abspielen. Da dessen Ausdehnung von der Penetrationskraft der Strahlung bestimmt wird, soll eine kurzgefaßte Besprechung der morphologischen Untersuchungen zur Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes vorausgeschickt werden. Die Penetrationskraft der elektromagnetischen Strahlen verschiedener Wellenlänge ist verschieden. Im Bereiche der sichtbaren und der ultravioletten Strahlen gilt die Gesetzmäßigkeit, daß die Strahlen um so stärker absorbiert werden, je kürzer ihre Wellenlänge ist. Die bei den üblichen Bestrahlungsmethoden auftretenden Veränderungen sind vorwiegend, wenn auch nicht ausschließlich auf den kurzwelligen Anteil des Spektrums zu beziehen. Für die kurzwelligen Strahlen haben nun physikalische und biologische Untersuchungen übereinstimmend ergeben, daß sie bereits in den oberflächlichen Gewebeschichten in hohem Maße absorbiert werden und nur geringe Strahlenmengen in tiefere Gewebeschichten gelangen.

Einen interessanten Versuch zur Feststellung der Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes verdanken wir KELLER. Die Leukozyten geben, wie vor allem SCHULTZE in einer umfangreichen Untersuchung nachgewiesen hat, die sogenannte Oxydasereaktion (Indophenolblausynthese).

Zur Vornahme dieser Reaktion können Schnitte eingebetteter Organe nicht verwendet werden. Durch die Anwendung der Paraffin- wie auch der Celloidin-einbettung wird das die Reaktion gebende Ferment vernichtet. Es kommen somit für die Untersuchung nur Gefrierschnitte in Betracht. Nach SCHULTZE kann allerdings eine schwache Härtung in Formol oder MÜLLER-Formol vorangehen, wodurch die Gewinnung dünnerer Schnitte möglich ist. Manche Fermente oxydieren Formaldehyd zu Ameisensäure. Diese Fermente sind jedoch mit dem Ferment der Indophenolblausynthese sicher nicht identisch. Eine eventuell schädigende Wirkung von Ameisensäure kann durch Vornahme der Reaktion in alkalischer Lösung paralysiert werden. Man benötigt zwei Lösungen:

1. 1%ige alkalische Lösung von α -Naphthol. SCHULTZE stellt die Lösung so her, daß 1 g α -Naphthol in 100 g destilliertem Wasser bis zum Sieden erhitzt wird. Hierbei schmilzt das α -Naphthol und schwimmt in flüssigem Zustand auf dem Wasser. Dann setzt man tropfenweise reine Kalilauge zu, bis sich das Naphthol vollkommen gelöst hat. Man benötigt etwa 1 ccm Kalilauge für 100 ccm Wasser. Die Lösung ist klar und leicht gelblich gefärbt. Mit der Zeit nimmt sie einen etwas mehr gelbbraunen Ton an.

2. 1%ige wässrige Lösung von Dimethyl-p-Phenylendiamin. Die Lösung kann bei Zimmertemperatur hergestellt werden und ist, nachdem sie filtriert wurde, verwendbar. Die Schnitte kommen nacheinander in diese Lösungen und bleiben in jeder einige Minuten. Dann werden sie in reines Wasser übertragen und können mit einem Deckglas bedeckt, auch mit Immersion untersucht werden. Die Färbung hält nur kurze Zeit an. Als Kernfärbung wird 1- bis 2%ige wässrige Pyroninlösung empfohlen.

Gefärbt werden mit der Oxydasereaktion Leukozyten mit neutro-, baso- und azidophiler Granulation, ferner verschiedene Formen von Sekretgranulis. Untersuchungen, über die an dieser Stelle nicht eingehender berichtet werden kann, haben nun ergeben, daß die die Indophenolblausynthese bewirkenden Fermente durch Bestrahlung geschädigt werden. Die Oxydasereaktion wird also nach Bestrahlung negativ.

KELLER¹⁾ reicherte durch eine Vorbestrahlung mit ein Fünftel FINSEN Weißlicht die Haut seines Vorderarmes mit Leukozyten an (Abb. 2). Dann bestrahlte er die Haut neuerdings und konnte durch die Oxydasereaktion am formalingehärteten Stück nachweisen, daß im bestrahlten Bereich die Leukozyten bis in eine Tiefe von 0,5 mm, ja einmal sogar bis 0,65 mm entfärbt, somit geschädigt sind (Abb. 3). „Dieser Versuch deckt zum ersten Male eine unmittelbare Lichtwirkung im Gewebe auf. Die Dosis war freilich hoch, führte jedoch makroskopisch nicht — auch die zweite Bestrahlung — zur Blasenbildung. Es ist damit wahrscheinlich gemacht, daß tatsächlich die Fermente oder was es denn sonst sich in den Leukozyten herausstellt, das die Indophenolblausynthese veranlaßt, im Rahmen der üblichen Lichtdosen, und zwar im Gewebe, geschädigt werden können.

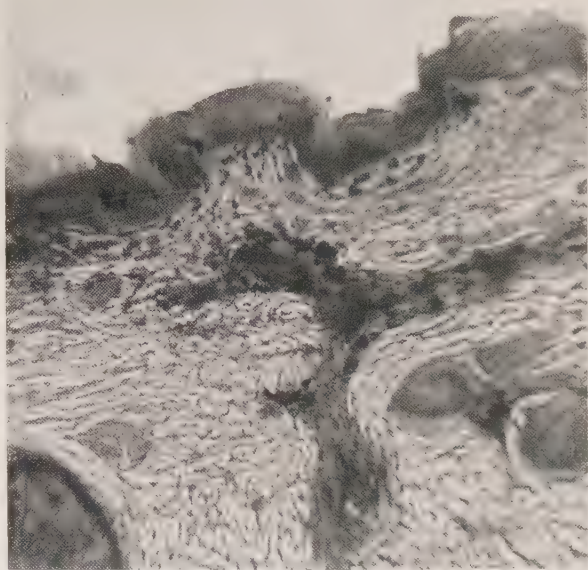


Abb. 2. Einmal belichtete Hautstelle, Oxydasereaktion, zahlreiche Leukozyten (nach Keller)

Außerdem ist die verhältnismäßige Tiefenwirkung interessant. Bis zu 0,65 mm vermochte das Licht, das die langwelligen, sichtbaren und auch kurzwelligen Strahlen enthielt, zu wirken. Auch innerhalb der oberflächlichen Kapillaren war die Wirkung sichtbar und damit eine Wirkung also auf das Blut möglich gemacht.“

Die hochgradige Schwächung des ultravioletten Lichtes in der oberflächlichsten Schichte der Gewebe konnten POLITZER und ALBERTI an der Hornhaut bestrahlter Urodelenlarven (*Salamandra maculosa*) zeigen. Die Hornhaut dieser Larven trägt ein zweischichtiges Epithel. Die oberflächliche Schichte ist mitosenfrei, die tiefe enthält außer Ruhezellen zahlreiche Karyokinesen. Die Karyokinesen lassen nun im allgemeinen bereits Schädigungen erkennen, wenn die Ruhezellen noch normale Befunde aufweisen. Diese scheinbare oder wirkliche höhere Empfindlichkeit der Mitosen kommt bei Anwendung penetrierender Noxen (Röntgenstrahlen, vital färbende Gifte) darin zum Ausdruck, daß die

¹⁾ Der Autor hatte die Liebenswürdigkeit, mir die Originalplatten zur Verfügung zu stellen.

Ruhezellen der oberflächlichen und tiefen Schicht normal erscheinen, während die in der Tiefe gelegenen Karyokinesen geschädigt sind. Gänzlich anders erweist sich die Wirkung des ultravioletten Lichtes. Abb. 4 zeigt einen Schnitt

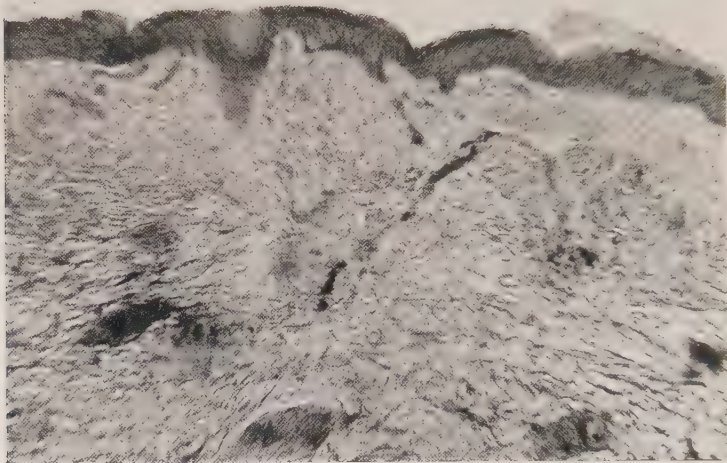


Abb. 3. Eine der in Abb. 2 wiedergegebenen Hautstelle benachbarte Stelle wurde nochmals bestrahlt. Die Oxydasereaktion in den meisten Leukozyten erloschen. Nur im Schutze tiefer gelegener Gefäße ist die Oxydasereaktion positiv (nach Keller)

durch eine Hornhaut, welcher eine Viertelstunde nach einer stärkeren Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne konserviert wurde. Die oberflächliche Schicht des Epithels ist nekrotisch, Ruhezellen und Karyokinesen in der Tiefe

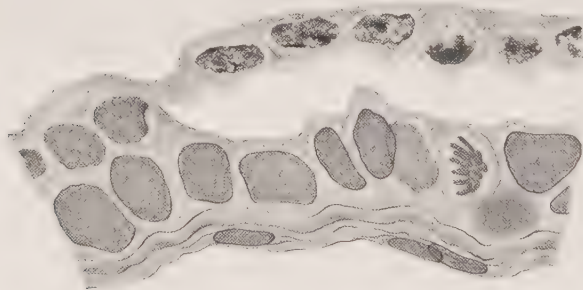


Abb. 4. Mit der Höhensonne bestrahlte Hornhaut einer Salamanderlarve. Links normales zweischichtiges Hornhaut-epithel, rechts ist dessen oberflächliche Schicht nekrotisch und abgehoben. Die tiefe Schicht, in welcher eine normale Mitose erkennbar ist, ist unverändert. (Nach Politzer-Alberti)

sind normal. Dieser Versuch beweist, daß in der oberflächlichen Schicht eine so hochgradige Absorption der wirksamen Strahlen erfolgte, daß bereits in der tiefen Epithelschicht die absorbierte Strahlenmenge zur Schädigung der hochempfindlichen Mitosen nicht mehr ausreichte.

Im Widerspruch zu den meisten übrigen Forschern nimmt GASSUL eine starke Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen an. Er und unabhängig von ihm MARG.

LEVY stellten Versuche an, deren Ergebnisse für eine Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes zu sprechen scheinen. Enthaarte Mäuse wurden mit der sogenannten künstlichen Höhensonne bestrahlt und verschiedene Organe histologisch untersucht. Die Milz, Leber und Niere waren hyperämisch, es fanden sich Extravasate, Zellinfiltrationen, Nekrosen, in der Milz Vermehrung der Plasmazellen „Die Tatsache, daß die intensivsten Veränderungen an den

inneren Organen der Mäuse zu sehen waren, macht die Annahme einer direkten Lichtwirkung sehr wahrscheinlich“ (GASSUL).

Den Annahmen GASSULS ist entgegenzuhalten, daß die durchstrahlten Hautpartien außerordentlich dünn waren. Ferner ist es, wie auch LEVY hervorhebt, nicht gestattet, Ergebnisse, die aus Versuchen an albinotischen Mäusen gewonnen wurden, auf menschliche Haut zu übertragen. Endlich ist zu bedenken, daß sehr wohl ein Teil der von GASSUL beobachteten Erscheinungen indirekte (nicht direkte) Lichtwirkungen darstellen mögen (vgl. besonders die noch zu erwähnenden Untersuchungen von NATHAN und SACK). Eine direkte Lichtwirkung auf innere Organe (Lunge), wie sie GASSUL auch für den Menschen annimmt, kann durch seine Versuche keineswegs erklärt werden.

Stärkere Tiefenwirkungen ließen sich erzielen, wenn es gelänge, die photodynamische Erscheinung therapeutisch auszuwerten. Doch sind die Erfolge der lokalen und der allgemeinen Vorbehandlung der zu bestrahlenden Fälle mit photoaktiven Substanzen bisher nicht sehr ermutigend (GASSUL, JESONEK, GYÖRGY und GÖTTLIEB). Einen wesentlichen Fortschritt könnten vielleicht die Untersuchungen KELLERS und GICKELHORNS bringen, denen es vorerst allerdings nur bei *Daphnia* gelang, unter Einhaltung gewisser Versuchsbedingungen nahezu sämtliche Organe des Tieres *monotrop vital* zu färben.

Aus den mitgeteilten Versuchsergebnissen geht hervor, daß wir direkte Lichtwirkungen der kurzwelligen Strahlenbezirke in der Haut höchstens bis in eine Tiefe von 0,5 bis 1 mm erwarten dürfen.

Mikroskopischer Befund der Lichtentzündung

Unmittelbar und auch wenige Stunden nach mäßiger Bestrahlung sind an der menschlichen Haut keine pathologischen Veränderungen nachweisbar. Der erste histologisch erkennbare Befund ist die Erweiterung der Kapillaren. Etwa fünf Stunden nach der Bestrahlung mit einer mittelstarken Dosis sind in ihnen und auch bereits in ihrer Umgebung bei Anwendung der Oxydasereaktion große Mengen von Leukozyten nachweisbar. Die Epithelzellen sind im wesentlichen unverändert. Nach einem Tag ist die Reaktion auf ihrer Höhe angelangt. Die Gefäße sind prall mit Blut gefüllt, Thrombosen kleiner Gefäße sind feststellbar, die Gewebe sind ödematös durchtränkt. Die Zellen der Horn- und Keratohyalinschicht sind unverändert, die Stachelzellen zeigen jedoch zum Teil eine Homogenisierung des Plasmas und Pyknose des Kernes, kenntlich an seiner Schrumpfung und an der vermehrten Färbbarkeit mit Hämatoxylin. Zwischen den Zellen der Epidermis sieht man feinste Bläschen (Abb. 5), welche die Epithelzellen auseinander drängen. Die Basalzellen sind wenig verändert; stellenweise ist das Stratum germinativum durch vereinzelte Bläschen von der Cutis abgehoben. Die Endothelzellen sind etwas gequollen, die Bindegewebszellen sind wenig verändert. Erst bei starker Bestrahlung lassen sich, wie noch erwähnt werden wird, auch an ihnen geringfügige Veränderungen nachweisen. Die Oxydasereaktion zeigt eine Anreicherung der Leukozyten in den Gefäßen. Zum großen Teil sind sie jedoch ausgewandert und liegen zwischen den Zellen der bestrahlten Gewebe. Auch in den entzündlichen Bläschen sind sie vorzufinden (Abb. 6). Am kommenden Tag hat sich das Bild bereits wesentlich geändert: die Epidermis zerfällt in zwei Zonen von völlig verschiedenem Aussehen. In der oberflächlichen finden wir wieder die bereits beschriebenen Bläschen. Die nekrotischen Zellen der Stachelschicht haben sich zu Anhäufungen von abgestorbenem Material vereinigt. Zwischen diesen Zellen liegen vereinzelte, welche annähernd normales

Aussehen zeigen. Die tiefgelegene Zone besteht hingegen aus normalen Basal- und Stachelzellen. Während also die Entzündungserscheinungen in der Epi-

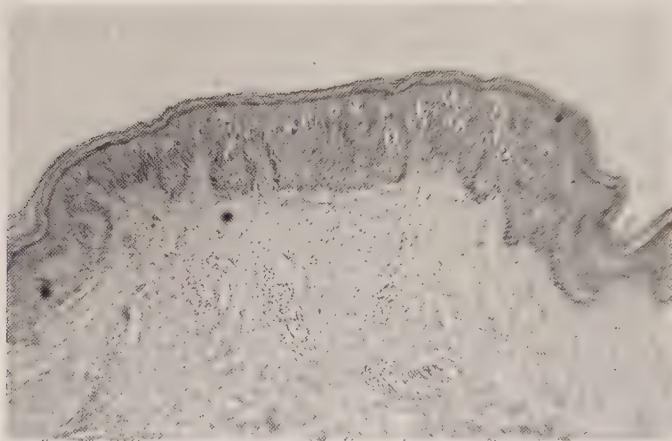


Abb. 5. Menschliche Haut, 30 Stunden nach der Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne. Bläschen in der Epidermis (nach Keller)

dermis bereits abgeklungen sind, erreichen sie nach KELLER in der Cutis erst jetzt ihren Höhepunkt. Die Endothelzellen zeigen die bereits geschilderten Veränderungen in erhöhtem Maße. Die Bindegewebsfibrillen sind verdickt und

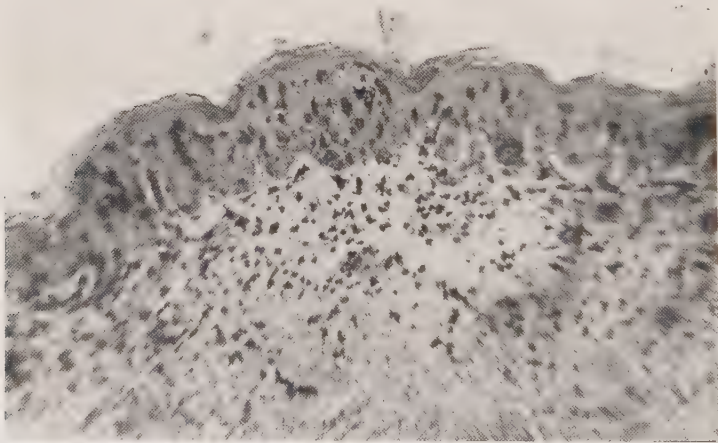


Abb. 6. Menschliche Haut. Einen Tag nach der Bestrahlung. Leukozyteninfiltration, mit der Oxydasereaktion dargestellt (nach Keller)

gequollen, die ganze Cutis ödematös durchtränkt. Nach einigen Tagen hat sich die Haut völlig erneuert. Ihr liegt eine parakeratotische Kruste auf, welche sich von der abgestorbenen Hautschicht herleitet. KELLER, welchem wir bei dieser Beschreibung im Wesentlichen folgen, weist mit Recht darauf hin, daß es

sich bei diesen Vorgängen nicht so sehr um eine Parakeratose im engeren Sinne handelt, sondern vielmehr um einen Verhornungsprozeß, der an nachweislich geschädigten Zellen mit pyknotischen Kernen abläuft.

Fassen wir die wesentlichen Punkte dieser Beschreibung zusammen, so ist vor allem hervorzuheben, daß die Zellen des Stratum spinosum die stärksten Veränderungen aufweisen, während sowohl die Horn- und Keratohyalinschicht als auch die Basalzellschicht weniger geschädigt sind. Die geringere Schädigung der oberflächlichen Schichten läßt sich wohl zwanglos damit erklären, daß diese Zellen bereits absterbende Elemente sind, deren Empfindlichkeit recht gering ist. Für die Basalzellen müssen wir wohl mit KELLER annehmen, daß sie im wesentlichen weniger empfindlich sind als die Stachelzellen. Ihre tiefere bzw. oberflächlichere Lage erklärt keineswegs dieses Verhalten, da das Stratum basale an den Papillenspitzen näher der Hautoberfläche liegen kann, als das Stratum spinosum an anderen Hautstellen.

Dieses Verhalten deckt einen prinzipiellen Gegensatz in der Wirkung des ultravioletten Lichtes und der Röntgenstrahlen auf. Bekanntlich wird angenommen, daß diese vor allem auf die Basalzellen wirken. Schon diese Beobachtung beweist, daß die von GASSUL und später von SCHINZ hervorgehobene „Gesetzmäßigkeit“, daß alle Strahlen in grundsätzlich gleicher Weise wirken und Unterschiede in der Reaktionsart nur auf verschiedene Penetrationsfähigkeit von Strahlen verschiedener Wellenlänge zurückzuführen sind, keine allgemeine Gültigkeit besitzen kann. Im Sinne der spezifischen Wirkung der einzelnen Strahlenarten spricht auch die von MEYER ermittelte Tatsache, daß Kulturen von *Bacillus prodigiosus* nach Röntgenbestrahlung eine Resistenzsteigerung zeigen. Diese Strahlenfestigkeit ist für Röntgenstrahlen spezifisch, durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht sind die Bazillen jedoch in gleicher Weise zu schädigen, wie vorher unbestrahlte Kulturen. Auch auf Grund eigener Versuche über Störungen des Kernteilungsrhythmus habe ich gegen die Ansichten GASSULS und SCHINZS Stellung genommen. Doch sind zur Lösung dieser Frage wohl noch weitere Untersuchungen notwendig.

Der Ort, an welchem die Strahlen zuerst und vornehmlich ihre Wirkung entfalten sollen, ist noch strittig. O. MÜLLER nimmt an, daß zuerst die Endothelzellen geschädigt werden und ihre veränderte Durchlässigkeit die Ödembildung und Leukozytenemigration zur Folge habe. Dagegen hebt KELLER hervor, daß die Leukozyten sich bereits in der Stachelzellschicht zu einer Zeit anreichern, da noch keine anderen Zellveränderungen mikroskopisch nachweisbar sind. Im Gegensatz zu MÜLLER nimmt er an, daß durch unmittelbare Schädigung der Zellen der Epidermis ein Anreiz auf die Leukozyten ausgeübt werde, welcher ihre Auswanderung veranlasse. Was nun für den Leukozyten gilt, gelte wohl auch für den ganzen Vorgang der Exsudation. Eine Wirkung auf die Endothelzellen wird dadurch keineswegs in Abrede gestellt, um so weniger, als später ja auch an diesen morphologische Veränderungen nachweisbar sind.

In der Cutis sind nur geringe Schädigungen sichtbar. KELLER weist darauf hin, daß es ja von der Höhe der Dosis abhängig sei, welche Strahlenmengen in einer bestimmten Tiefe zur Absorption gelangen. Ist die Dosis entsprechend hoch, so lassen sich auch Schädigungen der Bindegewebs- und Endothelzellen nachweisen. In einer jüngst erschienenen Arbeit von HEIBERG und LOMHOLT findet sich folgende Angabe: „Frühere Untersucher (JANSEN) geben 0,7 mm als Tiefengrenze an, bis zu welcher noch histologische Veränderungen nach einmaliger Bestrahlung beobachtet worden sind. Diese Befunde konnten wir an der Hand von 50 Präparaten von Hautstücken erhärten, welche zu verschiedenen Zeit-

punkten nach verschieden lange währenden Bestrahlungen exzidiert worden waren. Lange Expositionsdauer hat stärkere Nekrose des Gewebes zur Folge als kurze; die Penetrationsgrenze bleibt jedoch in gleicher Tiefe. Die Lichtwirkung auf die Haut ist einfache Nekrose. Während man früher glaubte, daß der Strahleneffekt in einer selektiven Nekrose der Zellen der Epidermis und des Granulationsgewebes bestehe, ergeben unsere Untersuchungen, daß auch das Bindegewebe (Bindegewebszellen, kollagene und elastische Fibrillen) in die Schädigung einbezogen werden, wenn auch langsamer und in geringerem Ausmaß. Die nekrotisierende Wirkung des Lichtes ist eine universelle und betrifft alle die Haut aufbauenden Elemente.“

Die Frage, inwieweit die lichtbewirkte Dermatitis eine direkte bzw. eine indirekte Lichtwirkung darstelle, wurde von NATHAN und SACK erörtert. Die Autoren injizierten Extrakte von normaler und vorbestrahlter Epidermis in und unter die Haut von Meerschweinchen. Bei Injektionen von Extrakten von vorbestrahlter Haut kam es fast immer zu schweren Entzündungserscheinungen. Daraus schließen die Autoren, daß die lichtbewirkte Entzündung der Haut zumindest zum Teil indirekter Natur sei. Die Versuche sind wohl nicht absolut beweisend, da, wenn auch nur in einer geringeren Anzahl von Fällen und in geringerem Ausmaß auch Extrakte aus normaler Haut eine Entzündung hervorzurufen imstande sind. LINSER und KROPATSCH konnten sie übrigens nicht bestätigen. (Strahlenther. 1926.)

In jüngster Zeit hat GANS und seine Schule histologische Untersuchungen über das Vorkommen des Kalziums in normaler und bestrahlter Haut veröffentlicht. GANS fand, daß das Kalzium in normalen Fällen vorwiegend in der Cutis, nur in geringem Maße in der Epidermis vorhanden ist. Nach einer Bestrahlung mit ultravioletem Licht steigt der Kalkreichtum der Epidermis, ein Verhalten, welches GANS auf einen erhöhten Antransport von Kalk aus dem Blute zurückführt. Damit allein konnte jedoch nicht die Tatsache erklärt werden, daß sich das Kalzium nicht bloß intraepithelial, sondern auch interepithelial vorfindet. Dieses extrazelluläre Auftreten von Kalzium wird nach GANS durch eine veränderte Permeabilität der Zellmembranen nach der Bestrahlung ermöglicht. Zur Prüfung dieser Annahme legte GANS vital mit Neutralrot gefärbte Hautstückchen in eine Ammoniaklösung. Es zeigte sich, daß der Farbumschlag in gelb — ein Zeichen für das Eindringen der Base in das Protoplasma — in einer bestrahlten Haut wesentlich schneller eintrat als in einer normalen. Auch Untersuchungen über die Polarisierbarkeit sprachen dafür, daß in bestrahlten Zellen die Permeabilität der Membran erhöht wird. Schon TSCHACHOTIN gelangte mit Hilfe der Strahlentischmethode zu dem gleichen Ergebnis. An der bestrahlten Stelle der Zellmembran von Seeigeleiern riefen hypo- bzw. hypertonische Lösungen Einbuchtungen bzw. Vorwölbungen des Protoplasmas hervor, ein Zeichen für eine strahlenbewirkte Veränderung der Permeabilität der Membranen. Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß durch die Bestrahlung eine Erhöhung der Durchlässigkeit der Zellmembranen eintritt.

Die Wirkung des Lichtes auf lupöses Gewebe

Der Lupus vulgaris ist wohl jene Erkrankung, bei der die Lichttherapie ihre größten Triumphe gefeiert hat. Es ist deshalb auch nicht zu verwundern, daß gerade über die lichtbewirkten Heilungsvorgänge in den Lupusknoten umfangreiche mikroskopische Untersuchungen angestellt wurden. Die ersten grundlegenden Arbeiten stammen von GLEBOWSKY, SERAPIN und PILNOV. SACK

hat über die Resultate der russischen Forscher ausführlich referiert. So fand GLEBOWSKY in lupösem Gewebe im Anschluß an eine einmalige Bestrahlung von üblicher Dauer eine starke akute, als Effekt wiederholter Bestrahlungen eine chronische Reaktion.

Die akute Reaktion äußert sich in Überfüllung und Erweiterung der Gefäße, in Quellung und Wucherung ihrer Endothelien, in Auswanderung der Leukozyten aus den Gefäßen und in Erweiterung der Bindegewebsspalten. Zu diesen Entzündungserscheinungen tritt als charakteristisches Merkmal der photochemischen Entzündung innerhalb des lupösen Gewebes eine Vakuolisierung der Riesenzellen. Auch Zerfall der Kerne und fettige Degeneration des Plasmas der epitheloiden Zellen läßt sich beobachten. Die chronische Reaktion führt zum Verschwinden der Lupusknötchen auf dem Wege degenerativer Prozesse. Und zwar kommt es

1. zur fettigen Degeneration des Plasmas und Vakuolenbildung in den Riesenzellen, wobei ihre Kerne durch Pyknose und Chromatolyse zugrunde gehen;

2. tritt weniger die Degeneration als vielmehr die progressive Metamorphose der epitheloiden Zellen in Erscheinung, wobei die Kerne der epitheloiden Zellen oval und spindelförmig werden. Schließlich gehen sie in Bindegewebsfasern über;

3. von den lymphoiden Zellen erliegen diejenigen, welche aus den Leukozyten des Blutes hervorgegangen sind, einer fortschreitenden fettigen Degeneration; die von den fixen Bindegewebszellen abstammenden Elemente machen proliferative Veränderungen durch und verwandeln sich nach Art der epitheloiden Zellen in ovale und spindelförmige Zellen, welche zusammen mit den fibroplastisch aktiven Epitheloiden das Narbengewebe bilden. Die Blutgefäße erleiden Veränderungen erst gegen Schluß des Vernarbungsprozesses, indem sie durch Endovasculitis obliterieren und schließlich verschwinden. Das Wesen der photochemischen Entzündung charakterisiert sich also:

1. in Schwund der Riesenzellen und eines Teiles der Leukozyten;

2. in Proliferation der Epitheloiden und des anderen Teiles der Leukozyten;

3. in Rückbildung der gewucherten Bindegewebszellen zu Fibrillen,

4. in desquamierender und obliterierender Endothelproliferation der Blutgefäße.¹

Während nach GLEBOVSKY der Schwerpunkt der Heilwirkung der ultravioletten Strahlen in der elektiven Zerstörung des krankhaften Gewebes liegt, weist PILNOV auf die hervorragende Bedeutung der Phagozytose bei der Vernichtung der Lupusknötchen hin. Weitere Untersuchungen verdanken wir MAC LÉOD, LEREDDE und PAUTRIER, SCHMIDT und MARCUSE, WANSCHER und DOUTRELEPONT. Endlich stellten JANSEN und DELBANCO umfangreiche Versuche über den Einfluß des ultravioletten Lichtes auf lupöses Gewebe an, über welche kurz berichtet werden soll.

Bereits kurz nach der Bestrahlung ist ein Ödem in den deckenden Epithelien und im oberflächlichen Teile der lupösen Infiltrationen nachweisbar. Das Protoplasma der Zellen ist vakuolisiert, im deckenden Epithel ist „spongioser Zustand“ (УННА) der Zellen nachweisbar. Die Kerne verlieren ihre normale Färbbarkeit. Die Gefäße sind erweitert, zum Teil thrombosiert. Im Lupusknötchen sind die epitheloiden Zellen und die Riesenzellen vakuolisiert. Die interzellulären Räume sind erweitert, die Zellen auseinander gedrängt. Das ganze Knötchen hebt sich gegen seine Umgebung weniger deutlich ab; seine Grenzen erscheinen

¹ Zum Teil wörtlich nach JESIONEK.

verwaschen. Die Kollagenbündel im umliegenden Gewebe sind auseinander gesprengt, die einzelnen Fasern sind gequollen.

Nach einem Tage sind im Epithel die Kerne nicht mehr färbbar. Auch im obersten Teil des lupösen Gewebes sind nekrotische Zellen zu sehen. Die direkte lichtbewirkte Abtötung der Zellen reicht jedoch höchstens bis zu einer Tiefe von 0,5 mm. Der Reiz der absterbenden Zellen hat zu einer leukozytären Infiltration in die bestrahlten Gewebe geführt. Unter Auftreten von Entzündungserscheinungen kommt es schließlich zur Demarkation einer Gewebsschichte, welche scheinbar größer ist, als die anfänglichen direkten Strahlenschädigungen erwarten ließen. Die indirekte Schädigung der tieferen Gewebsschichten soll die Folge der Thrombosen, bzw. der Entzündungsvorgänge sein.

Dann setzt die Regeneration ein, welche durch eine die Bindegewebsneubildung vermittelnde Aussaat mononukleärer Zellen eingeleitet wird. Die Epidermis regeneriert sich von den Haarsäcken und Schweißdrüsengängen aus. Besonders charakteristisch soll ein „flügelartiges Vorwachsen“ der Epidermis unter das nekrotische Gewebe sein. Alles, was über dem Niveau der neugebildeten Epidermis liegt, wird abgestoßen. Nach JANSEN und DELBANCO charakterisiert sich also der Einfluß einer einmaligen Bestrahlung durch Gefäßerweiterung und Ödem, Nekrose und Schorfbildung. Dann erfolgt eine demarkierende Entzündung mit Leukozytenauswanderung und lebhaftere Regeneration. Das Ergebnis der Bestrahlung ist die Vernichtung des deckenden Epithels und der oberflächlichen Lagen des lupösen Gewebes. Durch neuerliche Bestrahlungen werden immer neue Teile des erkrankten Gebietes in den Durchstrahlungsbereich einbezogen, und so eine fortschreitende Vernichtung des gesamten lupösen Gewebes erzielt. JANSEN und DELBANCO vergleichen mit Recht die wiederholte Bestrahlung der lupösen Stellen mit einer Ätzbehandlung.

Während also die Heilwirkung des Lichtes von GLEBOVSKY auf die elektive Zerstörung des erkrankten Gewebes, von PILNOV auf die Steigerung der Phagozytose zurückgeführt wurde, heben JANSEN und DELBANCO die hohe therapeutische Bedeutung der lichtbewirkten Entzündung hervor.

JANSEN und DELBANCO haben ihre Untersuchungen mit FINSEN-Licht ausgeführt. HEIBERG und WITH bestrahlten Fälle von Lupus vulgaris im AXEL-REYNSchen Kohlenbogenlichtbad. Sie wiesen nach, daß auch bei dieser Behandlungsmethode Heilungen möglich sind, jedoch die Kombination mit der FINSEN-Bestrahlung mehr zu empfehlen ist.

Der Weg, auf welchem die Heilung erfolgt, hängt sehr wesentlich vom Sitz und der Größe des Erkrankungsherd ab. Bei kleinen Herden verlieren nach HEIBERG und WITH die epitheloiden Zellen ihre Färbbarkeit, zerfallen nach und nach und werden resorbiert. Eine Rundzelleninfiltration ist nur wenig ausgeprägt. In größeren Herden finden wir gleichfalls Abnahme der Färbbarkeit und späterhin Zerfall der epitheloiden Zellen. Am auffallendsten ist jedoch die beträchtliche Vermehrung der Rundzellen im epitheloiden Gewebe selbst, nicht nur in der Umgebung der Knötchen. Manchmal tritt eine lebhaftere Bindegewebsreaktion ein mit Neubildung von Zellen, welche zu einem Ersatz des krankhaften Gewebes durch junges Bindegewebe führen, in welchem noch hier und dort Rundzellen oder vereinzelte Riesenzellen angetroffen werden. Die Bindegewebsreaktion kann mitunter sehr heftig sein, dennoch stellt sie nach HEIBERG und WITH im Vergleich zu den nekrotisierenden Prozessen nur einen Vorgang untergeordneter Bedeutung dar.

Trotz der zahlreichen histologischen Untersuchungen über das Verhalten des bestrahlten lupösen Gewebes herrschen über manche Fragen noch recht

gegensätzliche Anschauungen. So soll, wie erwähnt, nach der Ansicht mancher Autoren eine Umwandlung epitheloider Zellen in Bindegewebe erfolgen, nach anderen wird eine bindegewebige Verheilung des Knötchens erst durch die Vernichtung des epitheloiden Gewebes ermöglicht. Derartige Unstimmigkeiten in den Ansichten sind jedoch nicht weiter verwunderlich, wenn man bedenkt, daß ja trotz zahlreicher Untersuchungen auch die Herkunft der epitheloiden

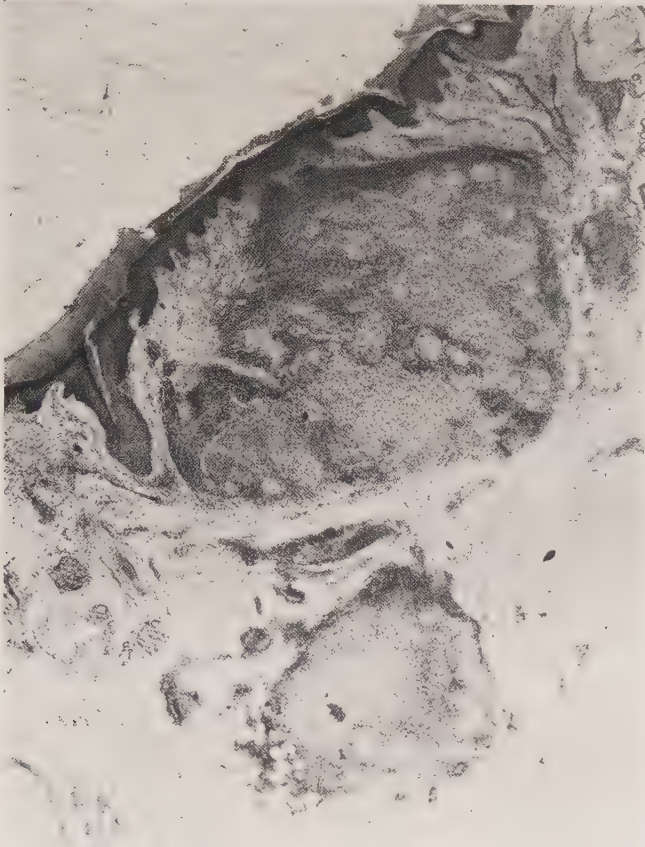


Abb. 7. Lupusrezidive nach Lichtbehandlung. Der Knoten reicht bis in eine Tiefe von 6 mm.
(Nach Heiberg und Lomholt)

Zellen noch keineswegs klargestellt ist. So werden sie nach der Ansicht mancher Autoren von Zellen des strömenden Blutes, nach anderen von fixen Bindegewebszellen hergeleitet.

Die Ursache der Lupusrezidive suchten HEIBERG und LOMHOLT in einer histologischen Untersuchung zu ermitteln. In 15% der Fälle, sind nach HEIBERG und LOMHOLT örtliche Rezidive nachweisbar. Bei den meisten dieser Fälle liegt wie die Autoren statistisch zeigen, die Ursache für die Unbeeinflussbarkeit der Knötchen darin, daß das pathologische Gewebe tiefer als $1\frac{1}{2}$ mm unter der Hautoberfläche liegt. In diesen Tiefen ist eine direkte Wirkung der ultravioletten

Strahlen nicht mehr zu erwarten. Nur für einen geringen Prozentsatz der Fälle soll die Ursache für das Fehlschlagen der Behandlung darin liegen, daß die Knötchen in dichtes Narbengewebe eingebettet sind, welches die wirksamen Strahlen stärker absorbieren soll als normales Gewebe. Zur Stütze dieser Annahme bringen die Autoren überzeugende Abbildungen. So kann man ersehen,

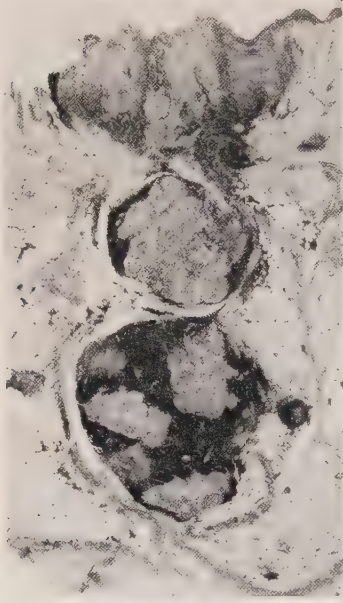


Abb. 8. Lupusrezidive nach Lichtbehandlung. Die krankhaften Veränderungen reichen bis in eine Tiefe von 2,5 mm. (Nach Heiberg und Lomholt)

daß, wie die Autoren besonders hervorheben, die Grenze der direkten Lichtwirkung im lupösen Gewebe weit besser ausgeprägt ist als im normalen. Die Abb. 7 und 8 zeigen in der Tiefe gelegene Rezidive von Lupusknötchen, welche lichtrefraktär sind. Bei solchen Fällen von Lupusrezidive ist auch die Grenze der Ergiebigkeit der Strahlentherapie erreicht; diese Fälle sollen nach HEIBERG und LOMHOLT einer chirurgischen Behandlung zugeführt werden.

Über die Beziehungen des Hautpigmentes zum Licht

Bei der Darstellung der entzündlichen Veränderungen der Haut wurden die Veränderungen der Hautfarbe nur beiläufig erwähnt. Im Folgenden sollen sie genauer erörtert werden. Nach dem gegenwärtigen Stand der Untersuchungen auf diesem Gebiete bestehen nämlich keineswegs jene einfachen Beziehungen zwischen Entzündung und Pigmentierung sowie zwischen Pigmentierung und Lichtschutz, wie die klassischen Untersucher annahmen.

Die Farbe der Haut wird von mehreren Faktoren bedingt. Die Hornschichten besitzen eine Eigenfarbe, die „Hornfarbe“, deren chemische Zusammensetzung noch ungeklärt ist.

Die Farbe der Haut hängt ferner von der Blutfülle der Gefäße ab, ein Einfluß, der sich um so stärker geltend macht, je geringer der Pigmentgehalt der Haut ist.

Das Pigment beeinflusst die Farbe der Haut in verschiedenem Maße je nach der Eigenfarbe, der Menge und der Lagerung des Pigmentes. Liegt das Pigment in den tiefen Schichten der Epidermis, dann wirken die oberflächlichen unpigmentierten als trübe Medien (UNNA). So kann nach UNNA eine schwarze Hautfarbe nur dann zustande kommen, wenn auch die oberflächlichen Lagen der Haut pigmentführend sind. Die Eigenfarbe des Pigmentes und die Hautfarbe müssen weder in Qualität noch in Quantität miteinander übereinstimmen, so wird z. B. auch starke Pigmentanhäufung in den tiefen Schichten der Haut nur braune Farbtöne hervorrufen können.

Auf den lange dauernden Zwiespalt über die Beantwortung der Frage nach der Entstehungsart und dem Entstehungsort des Hautpigmentes kann hier nur hingewiesen werden. Erwähnt sei, daß BLOCH bei seinen Untersuchungen von der durch Beobachtungen über die Verfärbung von tierischen und pflanzlichen Gewebssäften gewonnenen Erkenntnis ausging, daß die Pigmentbildung im wesentlichen einem Oxydationsvorgang entspricht. Dieser Vorgang ist an das Vorhandensein eines ungefärbten Ausgangsproduktes des Pigmentes und an die

Gegenwart eines besonderen Fermentes, einer Oxydase, gebunden. Da er annahm, daß die zur Pigmentbildung befähigten Zellen dieses Ferment enthalten müssen, versuchte er einen Aufschluß über die Natur der Pigmentvorstufe dadurch zu erlangen, daß er mit diesen Zellen verschiedene Stoffe in Berührung brachte. Eine Pigmentbildung oder richtiger das Auftreten von dunkel gefärbten Körnchen in den untersuchten Zellen fand nur dann statt, wenn ein dem Thyrosin nahestehendes Phenol, das Dioxyphenylalanin, von BLOCH kurz Dopa genannt, verwendet wurde. Thyrosin selbst, Homogentisinsäure, Tryptophan und Adrenalin, welche von anderen Autoren als Pigmentvorstufen angesehen wurden, gaben diese Reaktion nicht.



Abb. 9. Dopapositive Epidermis vom Menschen. (Nach Walthard)
E. P. Von epidermalen Melanoblasten abgegebenes Pigment der Cutis-Melanophoren

Die Dopareaktion ist sehr variabel. Dies stimmt mit der Beobachtung überein, daß bei verschiedenen Individuen und zu verschiedenen Zeiten starke Ungleichheiten im Pigmentierungsgrad und im Pigmentierungsvermögen bestehen.

Die vitiliginösen Hautstellen geben negative Dopareaktion.

Während die Pigmentzellen in der Epidermis dopapositiv sind, geben die Melanophoren der Cutis stets negative Dopareaktion. Daraus schließt BLOCH, daß im Gegensatz zur Anschauung EHRMANNs, FISCHELs, HELLMICHs, MEY-ROVSKYs und RIEHLs das Pigment zumindest beim Menschen nur in der Epidermis gebildet wird. Die Melanophoren der Cutis hingegen erzeugen kein Pigment, ihr Pigment stammt vielmehr aus der Epidermis (vgl. Abb. 9 und 10 und die Bildbeschreibungen).

LUTZ hat unter Anwendung der Dopareaktion Untersuchungen über den Einfluß des ultravioletten Lichtes und der Thorium- und Röntgenstrahlen auf die Haut ausgeführt. Er kommt zu folgenden Ergebnissen:

Die Strahlen beeinflussen das pigmentbildende Ferment. Bei schwacher Bestrahlung nimmt die Dopareaktion an Stärke zu. Bei starker kommt es — mitunter nach einem kurzen „Reizstadium“ — zu einer vorübergehenden Abschwächung der Dopareaktion; dann folgt eine sehr beträchtliche Steigerung.

Das Pigment bildet sich nur an Stellen, wo die Dopareaktion positiv ist. In albinotischer Haut ist die Dopareaktion negativ. Die Zahl der dendritisch verzweigten Zellen in der Epidermis (LANGERHANSsche Figuren) ist nach der Bestrahlung vermehrt. Positive Dopareaktion findet sich in den Basalzellen der Epidermis, in den tiefen Schichten des Stratum spinosum, in den Basalzellen des Follikeltrichters, in der äußeren Haarwurzelscheide und in den Zellen der Haar-matrix.¹

Ähnliche Unstimmigkeiten in den Ansichten der verschiedenen Untersucher wie über den Ort der Pigmentbildung herrschen auch über die Herkunft der Vorstufen des Pigments. Auch auf diese Frage kann hier nicht eingegangen werden.

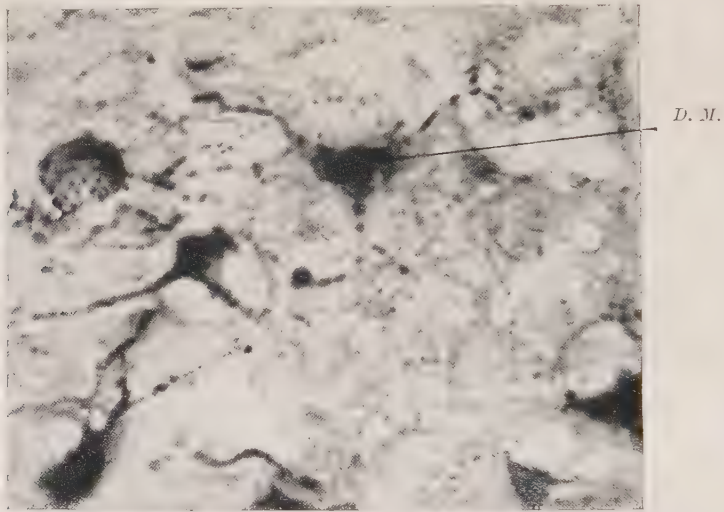


Abb. 10. Dopapositiver Melanoblast (D. M.) mit Dendriten aus der menschlichen Epidermis. (Nach Walthard)

Die Dunkelfärbung der Haut nach der Belichtung ist auf das Zusammenwirken verschiedener Einzelvorgänge zurückzuführen. Die Hornfarbe, die nach UNNA in jugendlichem Zustand hellgelb ist, wird braungrau.

Diese Verfärbung macht sich nach Belichtung einer Comedonen tragenden Haut deutlich bemerkbar. Die Köpfe der Mitesser werden geschwärzt und heben sich dadurch deutlich von ihrer Umgebung ab.

Ferner ist der Einfluß der Blutfüllung auf die Hautfarbe zu erwähnen. Zur Zeit der starken Hyperämie ist der Farbton der Haut ein dunkelroter. Erst mit dem Abklingen der entzündlichen Reaktion kommt die Braunfärbung der Haut durch das Pigment zur Geltung. Im wesentlichen sind es die Veränderungen in der Lage und in der Zahl der Pigmentkörner, welche den lichtbewirkten Farbwechsel der Haut bedingen. Während in der normalen Epidermis des Europäers das Pigment nur in den Basalzellen, LANGERHANSschen Zellen und in der untersten Stachelzellenschicht vorhanden ist, tritt es nach der Bestrahlung auch in höher gelegene Schichten über. Besonders jene Teile der Epidermis, die in Abstoßung

¹ Es sei hier auf das jüngst erschienene Referat von GANS und LUTZ verwiesen.

begriffen sind, sind auffallend dunkel gefärbt. Diese dunkle Färbung geht nicht so sehr auf eine Vermehrung des Pigmentes — die Basalzellenschicht ist sogar in diesem Stadium besonders pigmentarm und gibt nach LUTZ auch negative Dopareaktion — als vielmehr auf die Lage des Pigments in wesentlich oberflächlicheren Schichten zurück. Diese Lage des Pigments läßt, wie bereits oben erwähnt, die Haut wesentlich dunkler erscheinen. Sehr instruktiv ist der Vergleich von Schnittbildern durch ungefärbte Hautpräparate vor Belichtung und nach abgelaufener Reaktion. Im unbelichteten Bereiche ist das Pigment als dunkler Strich in der Höhe der Basalzellenschicht zu erkennen. Nach abgeklungener Reaktion ist die Basalzellenschicht eher pigmentarm, jedoch die Stachelzellenschicht mit zarten Pigmentkörnern übersät. Die Zahl der Kutismelanophoren ist vermehrt. Es geht somit in der Epidermis der Pigmentvermehrung anscheinend eine Pigmentverschiebung voraus. Auch in den Untersuchungen von POLITZER und ALBERTI wurde auf den Gegensatz zwischen echter Pigmentvermehrung (Pigmententstehung) und scheinbarer Pigmentvermehrung (Pigmentverschiebung) hingewiesen.

Schwierig ist es festzustellen, ob die Pigmentierung die Folge der Entzündungsvorgänge sei. Erfahrene Heliotherapeuten, wie ROLLIER und BERNHARD berichten über Pigmentierung nach Sonnenbestrahlungen, welche niemals auch nur geringfügige Entzündungen bewirkt haben. Ähnliche Erfahrungen machen Sportsleute, welche bei schonender Gewöhnung des Körpers an die Sonne es bis zu ansehnlicher Dunkelfärbung der Haut bringen, ohne Dermatitis durchzumachen. Doch ist diesen Erfahrungen entgegenzuhalten, daß die Entzündungsvorgänge so geringfügig gewesen sein mochten, daß makroskopisch sichtbare Erscheinungen unterblieben. Die wenigen histologischen Untersuchungen zu dieser Frage legen jedoch die Annahme nahe, daß Entzündung und Pigmentbildung in keinem Abhängigkeitsverhältnis zu einander stehen, vielmehr beide koordinierte Reaktionen auf die Bestrahlung mit ultravioletttem Lichte darstellen.

Eine allgemein bekannte Tatsache ist es, daß die Haut nach einer abgelaufenen Dermatitis solaris eine herabgesetzte Empfindlichkeit gegen neuerliche Bestrahlungen aufweist. Die klassische Erklärung dieses Lichtschutzes knüpft an den bekannten Versuch FINSSENS an. FINSEN zog aus seinen Untersuchungen den Schluß, daß das Hautpigment, das lichtbewirkte Pigment so wie das natürlich vorhandene in erster Linie am Schutze der Lebewesen gegen Licht beteiligt sei (vgl. hiezu W. HAUSMANN, dieses Handbuch, S. 109).

In den letzten Jahren wurden jedoch wichtige Argumente gegen diese dominierende Bedeutung der Pigmentierung für den Lichtschutz vorgebracht. WITH berichtet, daß die stark pigmentierte Haut der Neger weniger resistent gegen ultraviolette Strahlen sei, als die wesentlich weniger pigmenthaltige Haut eines „vorbestrahlten“ Weißen. HEIBERG machte bereits 1921 auf das Verhalten der Vitiligo aufmerksam. Seither haben MEYER und gleichzeitig KELLER neue Beiträge zu dieser Frage geliefert: „Die von mir (MEYER) bestrahlten Vitiligostellen wurden zwar nicht mikroskopisch untersucht, aber es darf wohl angenommen werden, daß — selbst wenn mikroskopisch vereinzelte Pigmentkörner festgestellt worden wären — ein Pigmentschutz in den von der normalen Haut sehr deutlich abgegrenzten, makroskopisch unverändert hellen Vitiligostellen praktisch nicht vorhanden war. Durch diese Versuche scheint dargetan, daß es auch ohne makroskopisch nachweisbare Anwesenheit von Pigment zu einer verminderten Empfindlichkeit der Haut gegen Licht kommen kann.“ KELLER bestrahlte einen Fall von kongenitalem totalem Albinismus. Trotzdem das

Erythem nach der ersten Bestrahlung (eine halbe Höhensonneneinheit HSE) kaum sichtbar war, erwies sich die Haut gegen eine Wiederbestrahlung höchst resistent. Während makroskopisch nach Abklingen des ersten Erythems eine gelb-bräunliche Verfärbung der Haut feststellbar war, ergab die mikroskopische Untersuchung, daß in den parakeratotischen Herden kleinste farblose, stark lichtbrechende Körnchen, daneben aber auch deutlich braun gefärbte vorhanden sind. In den Basalzellen ist kein Pigment zu sehen. Die Chromatophoren fehlen. Die Pigmentkörnchen verhalten sich gegen Wasserstoffsuperoxyd wie die der normalen Haut. Die PERLSche Eisenreaktion war negativ. KELLER bezieht die bräunliche Verfärbung der Haut nur zum kleineren Teil auf die geringfügige, nur mikroskopisch nachweisbare Pigmentbildung, sondern vielmehr auf eine lichtbewirkte Bräunung der „Hornfarbe“. KELLER stellte ferner Messungen über den Farbton der lichtgebräunten Haut und die Stärke der Lichtfestigkeit an. Sie ergaben, daß beide Erscheinungen, Pigmentierung und Lichtgewöhnung, keineswegs parallel gehen. Daraus schloß KELLER, daß auch kein kausaler Zusammenhang zwischen beiden Vorgängen bestehe. Ferner berichtet er, daß Pigmentierungen, welche nicht lichtbewirkt sind oder bei denen die Bestrahlung bereits viele Monate zurückliegt, keinen Lichtschutz gewähren. Endlich weist er darauf hin, daß die Lichtreaktion ja vorwiegend in der Stachelzellenschicht ablaufe und eine auch noch so starke Pigmentierung der Basalzellen für jene keinen Schutz bedingen kann. Der FINSSENSche Versuch (vgl. S. 109) über das Verhalten der mit Tusch bemalten Haut gegen Bestrahlung sei keineswegs beweisend, da ja die Tusch auf der Hautoberfläche, das Pigment hingegen in der Basalschicht liege, das letztere somit gegebenen Falles höchstens die subepidermalen Gewebsschichten schützen könne. Er faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen folgendermaßen zusammen: „Die Lichtgewöhnung ist für gewöhnlich sehr erheblich und entspricht meist der Stärke der vorangegangenen Lichtreaktion. Der Grad der auftretenden Pigmentvermehrung steht in keinen direkten Beziehungen zur Lichtempfindlichkeit der Haut, gemessen am Grad der Erythembildung. Vergleichende Untersuchungen über die Abnahme des Lichtschutzes und des Pigmentierungsgrades zeigen die Unabhängigkeit beider Vorgänge. Der Lichtschutz der Epidermis setzt deshalb die Annahme selbständiger Bedingungen voraus, worauf auch die Möglichkeit einer Lichtgewöhnung völlig unpigmentierter Stellen hinweist. Pigment für sich allein verleiht keinen Lichtschutz, wenigstens nicht der Epidermis in ihren Reaktionen, die die Lichtentzündung ausmachen, dabei mag es für die Cutis noch in Beziehungen zu vorläufig nicht meßbaren Lichtreaktionen stehen.“

Zu ähnlichen Ergebnissen wie KELLER kam auch PERTHES. Schon 1923 schreibt PERTHES in einem Referat über die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen: „Für ultraviolette Strahlen konnte ich selbst den Nachweis erbringen, daß eine zweite Bestrahlung weniger wirksam ist als die erste, auch dann, wenn die erste Bestrahlung so schwach ist, daß sie keine Pigmentierung hervorruft.“ Eingehend wird vom selben Autor die Frage der Resistenzerhöhung der Haut nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht in seiner Untersuchung „Über Strahlenimmunität“, behandelt. Er konnte den Nachweis führen, daß vorbestrahlte Haut nur gegen ultraviolettes Licht geschützt ist, nicht jedoch gegen Wärmestrahlen, daß somit die Lichtstrahlen eine spezifische Immunität bewirken. Ähnliche Ergebnisse erzielte auch P. S. MEYER bei Bestrahlungen von *Bacillus prodigiosus*-Kulturen. Röntgenbestrahlte Stämme sind gegen ultraviolettes Licht nicht immun; hingegen zeigen Kulturen, die mit ultraviolettem Lichte vorbestrahlt sind, erhöhte Resistenz sowohl gegen ultra-

violette wie auch Röntgenstrahlen. Auch über die Änderung der Empfindlichkeit von Hautstellen, welche mit ultravioletttem Licht bestrahlt wurden, gegen Noxen verschiedenster Art hat KELLER eingehende Mitteilungen veröffentlicht. Er findet je nach der Art der angewandten Schädigungsmittel, Erhöhung oder auch Herabsetzung der zellulären Resistenz. PERTHES führt eine Reihe weiterer Versuche und Überlegungen in seiner Arbeit an, welche gegen den Zusammenhang von Pigmentierung und Strahlenimmunität sprechen. So ist es nach PERTHES keineswegs erwiesen, daß eine pigmentierte Haut ultraviolettes Licht stärker absorbiere als normale. Ebenso wie KELLER konnte er ferner nachweisen, daß Pigmentierungsgrad und Strahlenschutz weder in ihrer Intensität noch im Zeitpunkt ihres Auftretens mit einander übereinstimmen und daß endlich Pigmentierung allein noch keinen Lichtschutz gewähre. Auch MEYER hebt die Unabhängigkeit von Pigmentierung und Lichtschutz in folgenden Worten hervor: „Auch vom ultravioletten Licht ist es bekannt, daß zur Erreichung eines Erythems auf der menschlichen Haut bei wiederholter Bestrahlung der gleichen Stelle eine sehr viel größere Dosis appliziert werden muß, als bei der einmaligen Bestrahlung, selbst dann, wenn keine Pigmentierung mehr sichtbar ist oder überhaupt keine Pigmentierung aufgetreten war. Es läßt sich gut vorstellen, daß entsprechend der Gewöhnung bei Bakterien auch die Hautzellen imstande sind, sich bei wiederholter Einwirkung zu schützen, daß also eine von der Pigmentbildung unabhängige Gewöhnung eintritt.“

Es empfiehlt sich vielleicht zum Schlusse, die Gewöhnung an Licht nach jenen Prinzipien zu analysieren, wie sie HAUSMANN in seinem Referat „Über die Gewöhnung an Gifte“ angewendet hat. HAUSMANN hebt hervor, daß es zwei grundsätzlich verschiedene Formen der Gewöhnung gibt. Entweder gelangt der Giftstoff bei neuerlicher Schädigung gar nicht zum Erfolgsorgan, oder die Beschaffenheit der lebenden Materie hat eine Veränderung erfahren, welche sie gegen das vorhandene Gift unter- oder unempfindlich macht. Unsere bisherigen Anschauungen gingen dahin, daß die Gewöhnung an Licht ein Beispiel für die erstgenannte Form der Gewöhnung nach HAUSMANN sei. Durch das gebildete Pigment sollten die wirksamen Strahlen zum großen Teil absorbiert werden und dadurch in so geschwächter Form an das Erfolgsorgan gelangen, daß daselbst keine Reaktion mehr ausgelöst wird. Wir werden heute unsere Anschauungen dahingehend korrigieren müssen, daß neben einem etwaigen Pigmentschutz eine Umstimmung des Hautgewebes vor sich gegangen ist, welche sich in einer geringeren Empfindlichkeit gegen aktinische Noxen manifestiert. Als Stütze dieser Anschauung sei angeführt, daß derartige Resistenzveränderungen zu wiederholten Malen beschrieben wurden. So verdanken wir G. SCHWARZ einschlägige Beobachtungen an röntgenbestrahlter Haut. SCHWARZ zeigte, daß bei Verwendung selbst großer Partialdosen, die 50 bis 100% der durchschnittlichen Erythemdosis betrug, und die ein Primärerythem hervorzurufen imstande waren, die Toleranz der Haut für die Gesamtstrahlenmenge wesentlich steigt. Die zweite Partialdosis wurde nach 24 Stunden bzw. nach 6 oder gar nur nach 2 Stunden verabreicht, aber immer schon auf eine im Stadium des Primärerythems befindliche Haut. Die hautschonende Wirkung dieses Verteilungsmodus tritt stets als Abschwächung der Hauptreaktion deutlich zutage. SCHWARZ führt diese Tatsache auf eine „Röntgen-hypoergie“ der Haut zurück, welche „trotz“ des Erythems eine Abschwächung der Röntgenempfindlichkeit hervorruft. Auch bei anderen Schädigungen sind ähnliche Resistenzveränderungen oftmals beobachtet worden.

Besitzen die Pigmente nicht oder nur in geringem Maße die Eigenschaft des Lichtschutzes, so gewinnen jene Hypothesen an Bedeutung, welche der Pigmentbildung andere Zwecke zuschreiben. Nach ROLLIER sollen die kurzwelligen Strahlen in den Pigmentkörnern in langwellige transformiert werden und so auf indirektem Weg eine stärkere Tiefenwirkung möglich sein. Hingegen sieht JESIONEK in den Pigmentkörnchen Energiespeicher, welche die in ihnen latente Sonnenenergie sukzessive an das Blut abgeben. Mit dieser Annahme sucht JESIONEK die oftmals sehr auffällige Spätwirkung der Bestrahlungen mit ultravioletttem Licht zu erklären. Nach SOLGER sollen die Pigmente nicht nur gegen Licht, sondern auch gegen die schädigende Wirkung der Feuchtigkeit schützen. Nach PERTHES dienen die Pigmente zum Abhalten der langwelligen Strahlen des sichtbaren Spektrums und der unsichtbaren Wärmestrahlen, so daß ein zu hohes Ansteigen der Bluttemperatur verhindert wird. Mit dieser Annahme läßt sich die Tatsache in Einklang bringen, daß Neger anscheinend weniger zu den durch die Wärmestrahlung bedingten Erkrankungen disponiert sind als Weiße. Alle diese Hypothesen sind gegenwärtig nur in höchst geringem Maße experimentell gestützt. Es sei nur kurz darauf hingewiesen, daß sich vielleicht gerade in der Frage nach der Bedeutung der Pigmente die teleologische Betrachtungsweise nicht besonders bewährt. Es ist denkbar, daß das Pigment wie andernorts, so auch in der menschlichen Haut nichts anderes, als der — zufällig — sichtbare Ausdruck gewisser, zum Teil exogen bedingter oder zumindest modifizierbarer Stoffwechselvorgänge darstellt und seiner Gegenwart in der menschlichen Haut keine andere Bedeutung zuzumessen ist, als dem Auftreten anderer — ungefärbter — Produkte des zellulären Stoffwechsels.

Literatur

- BLOCH, B.: Chemische Untersuchungen über das spezifische pigmentbildende Ferment der Haut (die Dopa-oxydase). Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. 93. 1917. — DERSELBE: Das Problem der Pigmentbildung in der Haut. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, 124. 1917. — DERSELBE: Zur Pathogenese der Vitiligo. Ibidem. — DERSELBE und P. RYHNER: Histochemische Untersuchungen in überlebendem Gewebe und über fermentative Oxydation und Pigmentbildung. Zeitschr. f. d. ges. exper. Med., Bd. 5. 1917. — DERSELBE und LÖFFLER: Untersuchungen über die Bronzefärbung der Haut bei Morbus Addisoni. Dtsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 121. 1917. — DOUTRELEPONT: Histologische Untersuchungen über die Einwirkung der FINSEN-Bestrahlung bei Lupus. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 32. 1905. — EHRLMANN, S.: Das melanotische Pigment und die pigmentführenden Zellen des Menschen und der Wirbeltiere in ihrer Entwicklung nebst Bemerkungen über Blutbildung und Haarwechsel. Bibliotheca medica, Bd. II, Heft 6, Cassel. 1896. — DERSELBE: Pigmentanomalien. MRAČEKS Handb. d. Hautkrankh., Bd. I, Wien: HÖLDER. — FINSEN: Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin. Leipzig. 1899. — DERSELBE: Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig 1899. — DERSELBE: Neue Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes auf die Haut. Mitt. aus FINSENS Med. Lysinst., H. 1. 1900. — FISCHEL, A.: Über Beeinflussung und Entwicklung des Pigmentes. Arch. f. mikrosk. Anat., Bd. 47. 1896. — DERSELBE: Beiträge zur Biologie der Pigmentzelle. Anat. Hefte, Bd. 58. 1919. — GANS, O.: Über Beziehungen der Kalziumverschiebungen der Haut zu Permeabilitätsveränderungen. Münch. med. Wochenschr., Bd. 72. 1925. — DERSELBE u. G. LUTZ: Das Melanin und seine Genese. Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch., Bd. 26. 1925. — GASSUL, R.: Experimentelle Studien über die biologische Wirkung des Quecksilberquarzlichtes auf die inneren Organe. Strahlentherapie, Bd. 9. 1919. — DERSELBE: Die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die inneren Organe mit Eosin sensibilisierter Mäuse. Strahlentherapie, Bd. 7.

1916. — DERSELBE: Die Bedeutung der verschiedenartigen Strahlen für die Diagnose und Behandlung der Tuberkulose. Leipzig: THIEME. 1921. — GERSCHUNY: Zur Frage des Ulcus rodens und der Einwirkung des konzentrierten elektrischen Bogenlichtes nach FINSEN auf dasselbe. St. Petersburg. 1901. — GICKELHORN, J. u. R. KELLER: Über elektive Färbung zweier Drüsen von *Daphnia magna* MÜLLER. Biol. Zentralbl., Bd. 45. 1925. — DIESELBEN: Funktionelle Differenzierungen der Schalendrüse von *Daphnia magna* MÜLLER mit Hilfe elektiver Vitalfärbung. Zool. Anz., Bd. 62. 1925. — DIESELBEN: Über elektive Vitalfärbungen. Biochem. Zeitschr., Bd. 153. 1924. — GLEBOVSKY: Zur Frage der Wirkung des konzentrierten Bogenlichtes auf den Lupus. St. Petersburg. 1901. — GYÖRGY, P. u. K. GOTTLIEB: Verstärkung der Bestrahlungstherapie der Rhachitis durch orale Eosinverabreichung. Klin. Wochenschr., Nr. 28, Bd. 2. 1923. — HAUSMANN, W.: Über die Gewöhnung an Gifte. Ergebn. d. Physiol., Bd. VI. 1907. — DERSELBE: Grundzüge der Lichtbiologie und Lichtpathologie. VIII. Sonderband der Strahlentherapie. 1923. — HEIBERG, K. A.: Einige Bemerkungen über die Wirkung fortgesetzter Bogenlampenlichtbäder auf die Haut (und ihre therapeutische Verwendung). Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 130. 1921. — DERSELBE u. S. LOMHOLT: Bidrag til kendsshaben om FINSEN-Behandlingsens Virkemaade med saerlig Henblik paa Lupus recidiverne. Bibliotek f. laeger, Maj 1924. — DIESELBEN: Relapses in Lupus vulgaris and their treatment with concentrated carbon arc light (FINSEN). Brit. Journ. of dermatol. a. Syphilis, Bd. 36. 1924. — HEIBERG, K. A. u. C. WITTH: Lupus treated with general carbon-arc light baths as the only therapy, a clinical and histological investigation. Ibidem, Bd. 34. 1922. — HERTEL, E.: Über die Beeinflussung der Organismen durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. Zeitschrift f. allg. Physiol., Bd. IV. 1904. — DERSELBE: Über die physiologische Wirkung von Strahlen verschiedener Wellenlänge. II. Mitteilung. Ebenda, Bd. V. 1905. — DERSELBE: Über die Einwirkung der Lichtstrahlen auf den Zellteilungsprozeß. Ebenda. — HERTWIG, G.: Das Radiumexperiment in der Biologie. Strahlentherapie, Bd. XI. 1920. — HOLTHUSEN, H.: Beiträge zur Biologie der Strahlenwirkung. Untersuchungen an Ascarideneiern. PFLÜGERS Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 187. 1921. — JANSEN, H.: Über Gewebss sterilisation und Gewebsreaktion bei FINSENS Lichtbehandlung. ZIEGLERS Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol., Bd. 41. 1907. — DERSELBE: Histologische Untersuchung der durch KROMAYERS Quecksilberlampe erregten Lichtentzündung. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 90. 1908. — DERSELBE u. E. DELBANCO: Die histologischen Veränderungen des Lupus vulgaris unter FINSENS Lichtbehandlung. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 83. 1907. — JESIONEK, A.: Die Reizwirkungen des Lichtes und ihre therapeutischen Indikationen. Strahlentherapie, Bd. 16. 1924. — DERSELBE u. H. v. TAPPEINER: Behandlung von sechs Fällen von Ulcus rodens, davon drei mit Ausgang in definitive Heilung. Dtsch. Arch. f. klin. Med., 82. 1905. — DERSELBE: Lichtbiologie und Lichtpathologie. Prakt. Ergebn. a. d. Geb. d. Haut- u. Geschlechtskrankh., Bd. II. 1912. — KELLER, P.: Über die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung I bis VI. Strahlentherapie, Bd. XVI bis XVII. 1924/25. — KYRLE, J.: Histo-Biologie der menschlichen Haut und ihrer Erkrankungen. Wien und Berlin: SPRINGER. 1925. — LEREDDE u. PAUTRIER: Phototherapie et Photobiologie. Paris. 1903. — LEVY, M.: Über anatomische Veränderungen an der Milz der Maus nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht. Strahlentherapie, Bd. 7. 1916. — DIESELBE: Der Einfluß ultravioletter Strahlen auf die inneren Organe der Maus. Strahlentherapie, Bd. 9. 1919. — LUTZ: Zur Kenntnis der biologischen Wirkung der Strahlen auf die Haut mit besonderer Berücksichtigung der Pigmentbildung. — MAC LEOD: The pathological changes in the skin produced by the rays from a FINSEN lamp. Brit. med. journ. 1902. — MEIROVSKY, E.: Über den Ursprung des melanotischen Pigments der Haut und des Auges. Leipzig: KLINKHART. 1908. — DERSELBE: Über Pigmentbildung in vom Körper losgelöster Haut. Zeitschr. f. Pathol., Bd. 2. Frankfurt. 1909. — MEYER, P. S.: Über Gewöhnung an Röntgenstrahlen bei *Bacillus prodigiosus*. Klin. Wochenschr., Bd. 2, Nr. 7. 1923.

— DERSELBE: Weitere Studien über Gewöhnung des *Bacillus prodigiosus* an Strahlenwirkung. Ebenda, Nr. 31. — DERSELBE: Gewöhnung vitiliginöser Hautstellen an ultraviolettes Licht und andere Reize. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 147. 1924. — MIESCHER, G.: Die Chromatophoren in der Haut des Menschen, ihr Wesen und die Herkunft ihres Pigmentes. Ein Beitrag zur Phagozytose der Bindegewebszellen. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 139. 1922. — MÜLLER, O.: Die Kapillaren der menschlichen Körperoberfläche. Stuttgart. 1922. — NATHAN u. SACK: Über entzündungserregende Wirkung von Extrakt aus normaler und pathologisch veränderter Haut beim Meerschweinchen. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 138. 1922. — PERTHES, G.: Die biologischen Wirkungen der Röntgenstrahlen. Strahlentherapie, Bd. 14. 1923. — DERSELBE: Über Strahlenimmunität. Münch. med. Wochenschr., Bd. 71, Nr. 38. 1924. — PILNOW: Über histopathologische Veränderungen des Lupus vulgaris unter der FINSSENSchen Behandlung. Russky Wratsch, Nr. 15. 1902. — POLITZER, G.: Über Störungen des Kernteilungsrhythmus, zugleich: Über den Einfluß der Röntgenstrahlen auf die Zellteilung. III. Teil. Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikrosk. Anat., III. Band. 1925. — DERSELBE u. W. ALBERTI: Die Einwirkung des ultravioletten Lichtes auf tierisches Gewebe (ausgeführt an der Hornhaut von Salamanderlarven). Ebenda, I. Band. 1924. — RIEHL: Zur Kenntnis des Pigments im menschlichen Haar. Vierteljahrsschr. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 11. 1884. — ROLLIER: Zitiert nach HAUSMANN. — SACK: Über die Natur der zur Heilung führenden regenerativen und produktiven Gewebsveränderungen. Münch. med. Wochenschr., Nr. 27. 1902. — SCHINZ, H. R.: Grundfragen der Strahlenbiologie. Klin. Wochenschr., Bd. III, Nr. 51, 52. 1924. — SCHLEIP, W.: Die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf die morphologischen Bestandteile des Ascaridenes. Arch. f. Zellforsch., Bd. 17. 1923. — SCHMIDT u. MARCUSE: Über die histologischen Veränderungen lupöser Haut nach FINSSEN-Bestrahlung. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 64. 1903. — SCHULTZE, W. H.: Die Oxydasereaktion an Gewebsschnitten und ihre Bedeutung für die Pathologie. Zugleich ein Beitrag zur Differenzialdiagnose der Leukämien. ZIEGLERS Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol., Bd. 45. 1909. — SCHWARZ, G.: Zur Kenntnis der Röntgenreaktion der Haut. Strahlentherapie, Bd. 18. 1924. — DERSELBE: Biologische und histologische Untersuchungen zur Frage der Dosisverteilung bei Geschwülsten. Verhandl. d. dtsh. Röntgenges., Bd. 15. 1924. — SERAPIN: Die Veränderungen im Lupusgranulom unter der Einwirkung des konzentrierten Bogenlichtes nach der FINSSENSchen Methode. Verhandl. d. dtsh. dermatol. Ges., 7. Kongreß, Breslau. 1901. — SOLGER: Zur Kenntnis des Hautfarbstoffes als Schutzmittel. Dermatol. Zeitschr., Bd. 13. 1906. — DERSELBE: Hautpigment und Belichtung. Ebenda, Bd. 16. 1909. — STEVENS, N. M.: The effect of Ultra-Violet Light upon the Developing Eggs of *Ascaris megalocephala*. Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 27. 1909. — TSCHACHOTIN, S.: Die mikroskopische Strahlenstichmethode. Biol. Zentralbl., Bd. 33. 1912. — DERSELBE: La méthode de la radiopiqûre microscopique; moyen d'analyse en cytologie expérimentale. Cpt. rend. de l'acad. des sciences, Bd. 172. 1920. — DERSELBE: Sur le mécanisme de l'action des rayons ultraviolets sur la cellule. Ann. de l'inst. Pasteur, Bd. 35. 1921. — DERSELBE: Action localisée des rayons ultraviolets sur le noyau de la cellule par le moyen de la radiopiqûre microscopique. Cpt. rend. de la soc. de biol., Bd. 83. 1920. — DERSELBE: Nouveau dispositif pour la méthode de la radiopiqûre microscopique. Ebenda, Bd. 85. 1921. — DERSELBE: Les changements de perméabilité de l'œuf d'oursin localisés expérimentalement. Ebenda, Bd. 84. 1921. — WALTHARD, B.: Zur Dopafrage. Frankf. Zeitschr. f. Pathol., Bd. 33. 1925. — WANSCHER: Untersuchungen der bei der Lichtbestrahlung des Lupus vulgaris hervorgerufenen histologischen Veränderungen. Mitt. aus FINSSENS med. Lichtinst., Bd. VII. Jena. 1904. — WITH, C.: Studien über Lichtwirkung bei Vitiligo. Hospitals tidende. 1920.

Allgemeines über Lichttherapie und über die Anwendung lichttherapeutischer Apparate

Von

Ove Strandberg-Kopenhagen

Mit 10 Abbildungen

Dosierung in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie¹

Schon zu alten Zeiten war der heilbringende Einfluß der Sonne auf den menschlichen Organismus bekannt, und im Laufe der Zeiten finden wir wiederholt das Sonnenbad erwähnt, aber ohne daß jemand sich klar gemacht hätte, was am Sonnenlicht denn eigentlich von Bedeutung wäre. Was die nähere historische Entwicklung betrifft, so muß jedoch auf andere Abschnitte dieses Handbuches verwiesen werden, und es sollen hier nur kurz die Hauptpunkte besprochen werden, die für das speziell Oto-rhino-laryngologische von Bedeutung sind.

MAGARET CLEAVES hat Lichtkabinette mit zwei elektrischen Lampen von 10 Amp. und 50 Volt u. a. zur Behandlung von Patienten mit Lungen- und Kehlkopftuberkulose angewandt, legt aber Gewicht auf Bogenlicht in Verbindung mit Ozonbildung.

Erst FINSSENS bahnbrechende Arbeiten aus den Jahren 1893 und folgenden haben jedoch die Grundlage und den wissenschaftlichen Ausbau der modernen Lichttherapie geschaffen, worunter hier die Ausnutzung der chemischen Energie des Lichtes verstanden wird.

FINSSEN schlug sowohl die Anwendung des konzentrierten Lichtes zur Lokalbehandlung als auch die des unkonzentrierten Lichtes zur universellen Behandlung (Lichtbad) vor und wies die Möglichkeit nach, die Sonne durch künstliche chemische Lichtquellen in sonnenarmen Ländern zu ersetzen.

In der Laryngologie wurde die intralaryngeale Lokalbestrahlung mit Sonnenlicht von STILLMANN und SORGO eingeführt. Letzterer veröffentlichte im Jahre 1904 eine Mitteilung über die Behandlung der Larynx-tuberkulose mit unkonzentriertem Sonnenlicht, das durch einen Kehlkopfspiegel ins Larynxinnere reflektiert wurde. Später wurde dieser Modus von einer Reihe von Autoren weiter verfolgt oder modifiziert, u. a. von KÜNWALD, WEISS, JANSSEN, DORNO, ALEXANDER, KRAMER, PHILIP, KOWLER, SAUPIQUET, LESOURD u. v. a.

ALBRECHT und BRÜNNINGS (16. Vers. der Vereinigung der deutschen Laryngologen) haben experimentelle Versuche mit unkonzentriertem Sonnenlicht am Larynx angestellt, aber kamen sehr bald zu dem Resultat, daß das Licht konzentriert werden müsse; aber die Forderungen, die FINSSEN an die Lokal-

¹ Vgl. O. STRANDBERG „Die Anwendung des Lichtes in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie“ S. 302. dieses Handbuches.

bestrahlung stellte, konnten nicht erfüllt werden, namentlich nicht die Forderung der Anämie. SORGO suchte diese durch Adrenalinpinselungen zu Wege zu bringen, aber ohne rechtes Glück; und ebenso ging es mit dem Sensibilisierungsversuch.

Das Resultat von ALBRECHT und BRÜNNINGS Versuchen mit Sonnenlicht war, daß sie nicht die geringste klinische oder histopathologische Wirkung des unkonzentrierten reflektierten Sonnenlichtes im Larynx fanden, und das gleiche gilt vom Quecksilberquarzlicht.

Das unkonzentrierte Sonnenlicht wurde weiter nach vorausgehender Laryngofissur zur Bestrahlung des Larynxinneren angewandt, dessen beide Hälften durch zwei Wundhaken auseinandergehalten wurden, während der Patient auf einem offenen Altan lag, wo die Sonne die tuberkulöse Affektion durch die Laryngofissuröffnung bestrahlen konnte. BLUMENTHAL hat diesen Modus, aber ohne Erfolg, angewandt.

Die Lokalbestrahlung mit konzentriertem Lichte wurde in die Rhino-Laryngologie im Jahre 1907 durch LUNDSGAARDS Angabe des prismatischen Druckapparates eingeführt, der zur Behandlung des Vestibulum nasi, der Lippenschleimhaut, der Zunge u. a. benutzt werden kann.

Die Lokalbehandlung der Ohrenkrankheiten mit einem besonders konstruierten Apparat zur Behandlung gewisser Ohrenerkrankungen durch den Gehörgang wurde von CEMACH 1919 angegeben.

Angeregt durch FINSSENS Experimente und Veröffentlichungen, begann BERNHARD im Jahre 1902 die Sonnenbehandlung bei chirurgischer Tuberkulose, und ein Jahr später nahm auch ROLLIER diese Behandlung auf.

BERNHARD berichtet in der Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie, daß er im Jahre 1912 den ersten Fall von Larynxtuberkulose mit gutem Erfolg behandelt hätte, da der Patient gesund wurde und noch elf Jahre später rezidivfrei war, aber die Diagnose scheint doch nicht ganz überzeugend zu sein.

FINSSEN hatte das künstliche chemische Kohlenbogenbad gegen Herzkrankheiten und Tuberkulose angegeben, aber kam nicht mehr dazu, es in größerer Ausdehnung bei diesen Erkrankungen zu prüfen, und es war erst REYN und REYN und ERNST, die durch Versuche an einer größeren Reihe von Patienten im Jahre 1913 nachwiesen, daß die universelle Sonnenbehandlung und das Hochgebirgsklima durch das künstliche chemische Lichtbad im Tiefland und in größeren Städten ersetzt werden könnten, wie das aus ihren schönen Resultaten bei Lupus vulgaris der Haut und chirurgischer Tuberkulose hervorging, Resultate, die später an einem weit größeren Material bestätigt wurden.

In der Laryngologie wies STRANDBERG im Jahre 1914 nach, daß es möglich wäre, klinische Ausheilung von rhino-laryngologischem Lupus vulgaris und Larynxtuberkulose mit künstlichen chemischen Lichtbädern als einziger Therapie zu erzielen. Später haben auch andere, namentlich BLEGVAD (s. S. 45) und VIGGO SCHMIDT mit dieser Therapie vorzügliche Resultate erzielt.

In der Otologie hat BECK 1914 die ersten Resultate mit der Heliotherapie mitgeteilt, aber die Diagnose war hier nicht mikroskopisch sichergestellt. Später haben namentlich CEMACH 1916 und STRANDBERG die Heilung der Ohrentuberkulose mittels Heliotherapie bzw. künstlicher chemischer Lichtbäder nachgewiesen. Eine Reihe anderer Oto-Laryngologen, u. a. BLUMENFELDT, haben später die Lichttherapie mit Erfolg angewandt, und es muß nun als feststehend angesehen werden, daß die Anwendung des chemischen Lichtes innerhalb der Oto-Rhino-Laryngologie ebenso bedeutungsvoll und auf vielen Gebieten unentbehrlich ist wie u. a. in der Chirurgie und der Dermatologie.

Die zurzeit verbreitetste Anwendungsform des chemischen Lichtes ist sicher die universelle Bestrahlung, und es scheint mir daher am natürlichsten, sie zuerst zu besprechen.

Die universelle Lichtbehandlung

Man kann hierzu entweder die Sonne oder die verschiedenen künstlichen Lichtquellen oder eine Kombination beider benutzen. Die künstlichen Lichtquellen müssen in Gegenden angewandt werden, die wegen ihrer geographischen Lage nicht genügend viel Sonnenscheinstunden besitzen, oder wo die Sonne brauchbares chemisches Licht nicht in genügender Menge enthält. Besteht die Möglichkeit der Ausnutzung der Sonne während einer kurzen Zeit des Tages oder des Jahres, soll man das tun und eventuell die Sonnenbehandlung mit künstlichen chemischen Lichtbädern kombinieren, wobei sofort betont werden muß, daß die Sonne, wo sie brauchbar ist, jeder anderen als Lichtquelle immer überlegen sein wird. Das wird so stets im südeuropäischen Hochland (z. B. der Schweiz) sowie auch in dem freigelegenen Tiefland im Süden der Fall sein, aber es wird daneben möglich sein, die Sonne weit nördlicher teilweise zu benutzen, wenn nur die Behandlung dort an der Küste und am besten in den Mittagsstunden vor sich geht, wo, wie man später sehen wird, die Bedingungen auch vorhanden sind. Dagegen ist in nördlicheren Regionen das Tiefland und namentlich das Binnenland der therapeutischen Ausnutzung des Sonnenlichtes gegenüber ungünstiger gestellt, und selbst wenn auch da Erfolge erzielt sind, werden die erstgenannten Stellen weit vorzuziehen sein. Große Städte und ihre näheren Umgebungen müssen als hierfür ungeeignet vermieden werden, da die rauch- und staubgesättigte Atmosphäre hier in allzu hohem Grade die wirksamen Strahlen absorbiert.

A. Das Sonnenbad

In BERNHARD, Die Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie, und ROLLIER, Die Heliotherapie der Tuberkulose, findet man die Einrichtung des Sonnenbades im Hochland ausführlich beschrieben, und aus Raumangel muß hierauf verwiesen werden. Für die Sonnenbehandlung am Meer stellt REYN in bezug auf die Lage folgende Forderungen auf: Zu allererst muß ein Ort mit möglichst vielen jährlichen Sonnenscheinstunden gewählt werden, so weit ab als möglich von Städten und besonders von Fabriksstädten, wo der Rauch große Mengen des wirksamen chemischen Lichtes absorbiert. Damit die Atmosphäre so klar und trocken wie möglich ist, soll am besten kein Wald in der Nähe sein. Die Küste soll flach und sandig sein, damit die Patienten leichten Zugang zum Seebad haben, und es ist vorzuziehen, daß die Nordseite durch Höhenzüge oder Erdhügel geschützt ist, die vor allzu scharfen Winden Schutz bieten, so daß das Sonnenbad auch an kalten Tagen genommen werden kann. Das Sanatorium muß so nahe wie möglich am Strande liegen, damit die Patienten, die auf den gegen Süden gerichteten Balkonen liegen, das Licht gut ausnutzen können, das vom Meer reflektiert wird.

Während namentlich in der chirurgischen Literatur zahlreiche Mitteilungen über Behandlung mit Heliotherapie in Form universeller Sonnenbäder vorliegen, haben in dem hier abgehandelten Spezialgebiet verhältnismäßig nur wenige Autoren ihre Erfahrungen in bezug auf Dosierung und Technik mitgeteilt, und nähere Dosierung zu oto-laryngologischem Gebrauch habe ich in der mir zugänglichen Literatur nur bei CEMACH gefunden, dessen Modus unten angegeben

wird und der für Sonnenbäder im Tiefland bei Behandlung der Ohrentuberkulose gilt.

Am 1. Tage je $\frac{1}{2}$ Stunde auf Brust und Rücken; am 2. Tage je $\frac{3}{4}$ Stunden auf Brust und Rücken und je $\frac{1}{2}$ Stunde vorn und hinten auf die Beine, zusammen $1\frac{1}{2}$ Stunden; am 3. Tage oben je 1, unten je $\frac{3}{4}$ Stunden, zusammen 2 Stunden; am 4. Tage Oberkörper 3, Beine 2 Stunden; am 5. Tage Oberkörper 4, Beine 3 Stunden; am 6. Tage der ganze Körper 5 Stunden und am 7. Tage 6 Stunden (je 3 vorn und hinten). CEMACH setzt hinzu, daß man, zumal bei dunkelhaarigen Patienten, energischer vorgehen kann.

Für die Anwendung im Hochland kann man von BERNHARDS oder ROLLIERS Dosierung Gebrauch machen, die beide auf langsam steigender Dosierung aufbauen. Aus Platzmangel soll hier nur BERNHARDS Dosierung kurz besprochen werden, indem im übrigen auf die oben genannten Arbeiten der beiden Autoren hingewiesen werden muß.

BERNHARD bestrahlt die ergriffene Partie zuerst 10 bis 20 Minuten und legt dann täglich 10 bis 15 Minuten zu, wobei die Toleranz des Patienten berücksichtigt wird, und ob er blond oder brünett ist. Erst wenn eine gute Pigmentierung der befallenen Partie eingetreten ist, geht BERNHARD allmählich zur Bestrahlung des ganzen Körpers über, wobei täglich zirka 10 bis 20 cm mehr Hautoberfläche als am vorhergehenden Tag vorgenommen werden. Sieht er sich versucht, sofort mit dem allgemeinen Sonnenbad anzufangen, wird folgendes Schema angewandt:

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Bestrahlung von den Füßen bis zu den Knien | } je 10 Min. vorn u. hinten |
| 2. „ bis zur Mitte der Oberschenkel | |
| 3. „ „ zur Leiste | |
| 4. „ „ zum Nabel | |
| 5. „ „ zur Magengrube | |
| 6. „ „ zu den Brustwarzen | |
| 7. „ „ zum Kinn | |

Nachdem man mit der ganzen Vorder- und Rückenfläche des Rumpfes so weit gekommen ist, wird die Bestrahlung allmählich um zirka 5 bis 10 Minuten täglich verlängert. Die individuelle Toleranz muß dabei immer richtig eingeschätzt und berücksichtigt werden.

Aus den früher angeführten Gründen wird es im zentralen und nordeuropäischen Tiefland mit Aussicht auf ein hinreichend gutes und schnelles Resultat nicht möglich sein, das universelle Sonnenbad, mit Ausnahme an einzelnen Meeresorten, einen großen Teil des Jahres anzuwenden, und man muß dann entweder das Sonnenbad mit künstlichen chemischen Lichtbädern kombinieren, oder letztere allein, wie z. B. in den Städten, anwenden.

B. Die künstlichen chemischen Lichtquellen

wurden von FINSSEN zum Ersatz der Sonne vorgeschlagen, wo diese nicht angewendet werden kann, und es werden zu diesem Zweck jetzt eine Reihe verschiedener Lichtquellen und Lampensysteme angegeben.

In therapeutischer Beziehung dürfte die Anwendung der Lichtquellen am vorteilhaftesten sein, deren Spektrum der Sonne am nächsten kommt, oder welche die größte Menge der Strahlenqualitäten enthalten, die die therapeutische Wirkung des Sonnenlichts bedingen.

Man muß daher versuchen, sich Aufklärung darüber zu verschaffen, welche Strahlenqualitäten der Sonne die entscheidende Rolle in dieser Hinsicht spielen, oder untersuchen, ob möglicherweise das gesamte Sonnenspektrum wirkt und danach das Spektrum der einzelnen Lampen mit dem der Sonne vergleichen.

REYN hat in einer oben erwähnten Arbeit diese Frage einer näheren Prüfung unterzogen, wovon hier nur einige Hauptpunkte wiedergegeben werden sollen, während ich für nähere Einzelheiten auf die betreffende Arbeit verweisen muß.

Die zahlreichen experimentellen Untersuchungen, die angestellt sind, um über die wirksamen Strahlenqualitäten zur Klarheit zu kommen, waren bisher nicht imstande, die Frage zu klären, wohingegen die klinischen Resultate in mehrfacher Hinsicht nützliche Winke über die Lichtquellen geben, die man wählen muß, wie sie auch FINSSENS Theorie bestätigen, daß es die chemischen Strahlen sind, die die Hauptrolle bei der universellen Lichtbehandlung spielen.

Das Sonnenspektrum ist ein kontinuierliches Spektrum, das sowohl im Hochgebirge als auch im Tiefland alle Strahlenqualitäten von ultrarot bis ultraviolett von einer Wellenbreite von zirka $290\ \mu\mu$ enthält, aber sowohl die Quantität wie die Qualität ist zu den verschiedenen Jahreszeiten verschieden. Die Hochgebirgssonne enthält größere Mengen aller Strahlenqualitäten als die Sonne im Tiefland, wo die Atmosphäre einen Teil aller Strahlen absorbiert. Diese Absorption nimmt mit abnehmender Wellenbreite zu, so daß die Absorption am größten für die kurzwelligsten Strahlen ist.

Die Absorption nimmt außerdem nach LANGLEY und DORNOS Untersuchungen mit der Atmosphärendichte zu, so daß sie um so stärker ist, je mehr man sich dem Niveau nähert, das der Meeresoberfläche entspricht, und sie nimmt außerdem mit dem steigenden Wasser- und Staubgehalt der Atmosphäre zu.

Die Energieverteilung im Sonnenspektrum ist derart, daß sich relativ wenige Strahlen mit einer Wellenbreite unter $300\ \mu\mu$ finden, und erst um $313\ \mu\mu$ nimmt die Energiemenge sehr beträchtlich zu, während sie am größten für die Strahlenqualitäten zwischen 400 und $500\ \mu\mu$ ist.

Da die atmosphärische Absorption für die kurzwelligen ultravioletten Strahlen am größten ist, so bedeutet das, daß die Sonne in Meeresspiegelhöhe verhältnismäßig viel blaue, violette und leuchtende und Wärmestrahlen, dagegen aber verhältnismäßig wenige ultraviolette enthält, und speziell wenige ultraviolette Strahlen von einer Wellenbreite unter $313\ \mu\mu$ im Vergleich zur Sonne im Hochgebirge. Nach ELSTER und GEITELS Untersuchungen ist das Verhältnis im Gehalt an ultravioletten Strahlen im ganzen in einer Höhe von 80 , 1600 und 3100 Meter über dem Meeresspiegel wie $40:61:90$. Da nun, wie erwähnt, besonders die kurzwelligsten Strahlen absorbiert werden, so bedeutet das, daß es hauptsächlich Strahlen von einer Wellenbreite über $313\ \mu\mu$ sind, die sich in Meeresspiegelhöhe finden.

Daraus zieht REYN nun folgende Schlüsse: Die Behandlung der chirurgischen Tuberkulose gibt sowohl im Hochgebirge als am Meer vorzügliche Resultate (einige meinen sogar, daß die Resultate am Meer am besten sind), während die Resultate im Tiefland geringer sind. Die Sonne im Hochgebirge ist reich an allen Strahlenqualitäten, während die im Tiefland am Meer viele Wärmestrahlen und relativ viele blaue und violette Strahlen enthält, wohingegen sie an ultravioletten und besonders an kurzwelligen ultravioletten Strahlen ärmer ist. Es müssen also die längerwelligen ultravioletten Strahlen zusammen mit den violetten und blauen den Haupteinfluß haben, da diese sich in großer Menge sowohl in der Hochgebirgssonne als am Meere finden, wo das Wasser und der

weiße Sand große Mengen dieser Strahlen reflektieren und dadurch die Stärke des chemischen Lichtes vermehren.

Im Hochgebirge enthält die Wintersonne keine Strahlen von kürzerer Wellenbreite als 313μ , und einige Autoren behaupten, daß die Resultate gerade zu dieser Jahreszeit am besten sind. REYN betont gleichzeitig, daß das auch gut mit dem Umstand übereinstimmt, daß die Strahlenqualitäten unter 313μ schon von der obersten Epidermisschicht absorbiert werden, während die längerwelligen ultravioletten, violetten und blauen Strahlen eine relativ stärkere Penetrationsfähigkeit haben.

Falls es nun die kurzwelligen ultravioletten Strahlen wären, die die Hauptrolle spielen, müßte man im Hochgebirge die günstigsten Resultate im Sommer erzielen, aber außerdem müßte man mit der Quecksilberquarzlampe, die bekanntlich an kurzwelligen ultravioletten Strahlen besonders reich ist, bessere Resultate als mit dem natürlichen Sonnenlicht bekommen, aber das Entgegengesetzte ist bekanntlich der Fall.

Ist man daher genötigt, das Sonnenlicht durch künstliche Lichtquellen zu ersetzen, muß man solche wählen, die ein kontinuierliches Spektrum haben, und welche die meisten blauen, violetten und ultravioletten Strahlen von der größtmöglichen Wellenbreite und gleichzeitig leuchtende Wärmestrahlen enthalten, die von BERNHARD, ROLLIER u. a. als die Wirkung des chemischen Lichtes vermehrend angesehen werden, und von denen SONNE festgestellt hat, daß sie imstande sind, im Blute kreisende Typhus- und Diphtherietoxine zu vernichten.

Untersucht man nun, welche Lichtquellen zur Anwendung verfügbar sind, so sieht man, daß von ihnen das Kohlenbogenlicht, das Quecksilberquarzlicht, das Eisenlicht und das Tungstein-(Wolfram-)bogenlicht die einzigen sind, die nennenswert chemisches Licht enthalten. Bei diesen vier Lichtquellen besteht nun der große Unterschied, daß nur das Kohlenbogenlicht ein kontinuierliches Spektrum hat, während alle anderen ein Linienspektrum haben.

Um mit Aussicht auf die gleichen klinischen Erfolge eine Lichtquelle mit Linienspektrum statt mit kontinuierlichem Spektrum anwenden zu können, müßte das Linienspektrum der betreffenden Lichtquelle an Linien im inneren ultravioletten, violetten und blauen Teil besonders reich sein und außerdem müßten kräftige Linien im roten Teil des Spektrums vorhanden sein, aber keine der drei genannten Lichtquellen mit Linienspektrum erfüllen nach REYN diese Bedingungen. Das Kohlenbogenlicht hat dagegen, wie erwähnt, sowohl ein kontinuierliches Spektrum, das an blauen, violetten, ultravioletten und namentlich langwelligen ultravioletten Strahlen reich ist, aber außerdem hat es eine sehr kräftige Wirkung sowohl in den leuchtenden roten als auch in den ultraroten Strahlen. Das Quecksilberquarzlicht hat einzelne sehr kräftige Linien im inneren ultravioletten und violetten Teil, aber es hat vorzugsweis kräftige Wirkung in den kurzwelligen ultravioletten Strahlen.

Obiges ist das Resultat von Untersuchungen, die mit konzentriertem Kohlenbogenlicht und der KROMAYERSchen Quecksilberquarzlampe vorgenommen sind (S. A. JOHANNSEN); aber wenn auch die Untersuchungen mit konzentriertem Kohlenbogenlicht vorgenommen sind, können sie doch, wie REYN betont, zur Bildung eines Urteiles über die Verhältnisse gut gebraucht werden.

Wie man sehen wird, ist das Kohlenbogenlicht das Licht, das dem Sonnenlicht am nächsten kommt, und die Verhältnisse stellen sich für das Eisenbogen- und das Tungsteinbogenlicht noch ungünstiger als für das Quecksilberquarzlicht.

Die Klinik hat ja übrigens diese Verhältnisse im voraus bekräftigt, indem REYNS klinische vergleichende Versuche mit Kohlenbogenlicht und Quecksilberquarzlicht gezeigt haben, daß die Resultate bei der Behandlung verschiedener Formen von Tuberkulose mit Kohlenbogenlicht weit bessere waren. Es ist daher das Gegebene, von den künstlichen Lichtquellen das Kohlenbogenlicht anzuwenden, da mit ihm die besten Resultate erreicht werden, wenn man die richtigen Lampentypen anwendet, aber selbstverständlich ist auch die Quecksilberquarzlampe verwendbar, nur darf man nicht erwarten, die gleichen Resultate oder Resultate in der gleichen Behandlungszeit wie mit dem Kohlenbogenlicht bei Tuberkulose Erwachsener zu erreichen, während die Verhältnisse sich bei Kindertuberkulose etwas anders gestalten, da diese anscheinend leichter heilbar ist. In einzelnen Fällen kann die Quecksilberquarzlampe sogar vorzuziehen sein, nämlich, wo die Patienten die starke Wärme des Kohlenbogenlichtes nicht vertragen. Auch bei Behandlung der Rachitis gibt diese Lichtquelle vorzügliche Resultate.

Im folgenden soll nun das universelle Lichtbad mit Anwendung der künstlichen chemischen Lichtquellen geschildert werden. Die Technik und Einrichtung des Lichtbades wird etwas ausführlich geschildert, weil die Resultate in sehr hohem Grade darauf beruhen, daß diese Seite der Angelegenheit streng vorschriftsmäßig ist. Allzu oft ist schlechte Installation, ungeeignetes Material oder verkehrte Technik und schlechte Verarbeitung des Materiales Ursache für geringere Resultate, als man mit Recht von dieser Behandlungsart erwarten kann.

Aber das muß übrigens betont werden, daß selbst die beste und ausführlichste Darstellung der Lichtbehandlung und ihrer Technik in der Regel nicht imstande sein werden, den Leser zum wirklichen Lichttherapeuten zu machen, so wenig wie die Lektüre eines Handbuches der Medizin oder die Operationstechnik den Leser zu einem geschickten Mediziner oder Operateur macht.

Es wird in der Regel immer notwendig sein, sich mit der Theorie der Lichtbehandlung eingehend zu beschäftigen, aber es wird auch von größter Bedeutung sein, ihre praktische Ausführung sich persönlich anzusehen und sich eingehend mit ihr an den Stellen zu beschäftigen, wo sie in größerem Stil getrieben wird. Wer sich kritiklos eine oder die andere stark angepriesene Lampe anschafft und mit ihr ohne weiteres zu behandeln anfängt, wird nicht verfehlen, große Enttäuschungen zu erleben, oder wird dazu kommen, seine Erfolge zu überschätzen, wovon nicht wenige veröffentlichte Resultate in hohem Grade den Beweis liefern.

Wie gesagt, ist es im wesentlichen das Kohlenbogenlicht und das Quecksilberquarzlicht, das für die universelle Behandlung mit künstlichem chemischen Licht in Betracht kommt, und von ihnen soll zuerst gesprochen werden

Das universelle künstliche Kohlenbogenbad

Es ist eine nicht ungewöhnliche Annahme, daß man zur universellen oder lokalen Bestrahlung mit unkonzentriertem Kohlenbogenlicht eine ganz beliebige Kohlenbogenlampe verwenden kann, aber nichts ist irriger. Man muß nämlich bedenken, daß, wenn auch alle Kohlenbogenlampen ein kontinuierliches Spektrum haben, sie doch nicht alle die gleiche Energiemenge haben.

Erfahrungen an FINSSENS medizinischem Lichtinstitut in Kopenhagen haben gezeigt, daß es zur Erzielung des richtigen Lampeneffektes, und wenn diese die berechtigten Forderungen in bezug auf Energiemenge und ruhig kontinuierlichen Betrieb u. v. a. befriedigen soll, nicht möglich ist, eine gewöhnliche Bogen-

lampe anzuwenden, wie sie z. B. für die Straßenbeleuchtung gebraucht wird; auch kann man nicht durch Umspulung oder andere Veränderungen die gewöhnlichen Fabriklampen für diesen Zweck verwendbar machen. Die Lampen müssen zu diesem Zweck fabriziert sein, um imstande zu sein, die Forderungen zu erfüllen, die notwendigerweise an sie gestellt werden.

Sie sollen nämlich so gebaut sein, daß sie eine so feine und schnelle Regulierung haben, daß das Licht keinen Augenblick abgeschwächt wird oder während der Behandlung auslöscht, und sie sollen eine sehr starke Belastung vertragen können. Was wir nämlich vorzugsweise benutzen, ist das Licht, das vom Krater der Oberkohle ausgesendet wird, und je weißglühender dieser ist, desto mehr chemisches Licht sendet er aus. Je stärker man die Kohlen belastet, d. h. je dünnere Kohlen man verwendet, desto weißglühender wird der Krater und desto reicher wird er an chemischem Licht, wie das durch Untersuchungen von ABSALON LARSEN nachgewiesen ist. Es soll jedoch bemerkt werden, daß es eine Grenze für die Dünne der verwendbaren Kohlen gibt, und die späterhin bei den verschiedenen Lampentypen angegebenen Größen sind die für diese Lampentypen verwendbaren dünnsten Kohlen.

Wie später näher besprochen werden soll, wenden wir zwei Lampengrößen an, aber da das Prinzip bei ihnen eins ist, werden sie hier zusammen beschrieben. Die größere brennt mit 75 Ampère, die andere mit 20 Ampère. Beide brennen mit einer Spannung von 55 Volt. 75 Ampères sind als Stromstärke gewählt, weil sich die Herstellung von Lampen als schwierig herausgestellt hat, die bei höherer Stromstärke stetig und ruhig brennen, während die 20 Ampère aus ökonomischen Gründen gewählt sind. Die 55 Volt-Spannung wird angewendet, weil durch Versuche festgestellt ist, daß man bei dieser Spannung ein kräftig wirkendes chemisches Licht mit einer ruhig brennenden Lampe bekommt, während sowohl niedrigere und höhere Spannung geringeres Licht und schlechter brennende Lampen gibt.

Beide Lampen sind in der Hauptsache von derselben Konstruktion; sie bestehen aus einer Platte, auf deren Oberfläche der Regulierungsmechanismus angebracht ist und auf deren unterer Seite die Kohlenhalter sitzen, die zwischen zwei lotrechten Stangen in einem Steuerrahmen verschiebbar sind. Die Lampen sind durch den erwähnten Regulierungsmechanismus selbstregulierend und müssen mit fixem (festem) Brennpunkt brennen, damit das Licht vom Krater der Oberkohle die ganze Zeit auf die gleiche Stelle fallen kann. Das wird durch die angewandte Selbstregulierung erreicht, die die zwei Kohlenhalter sich gleich stark bewegen läßt, aber gleichzeitig dadurch, daß die beiden Kohlenstärken so ausgewählt sind, daß beide Kohlen gleich schnell verbrennen. Beide Lampentypen arbeiten mit einer normalen Bogen-Spannung von 55 Volt und sind zur Regulierung für eine Bogen-Spannungsvariation von 0,25 bis 0,50 Volt eingestellt. Hat man 220 Volt Netzspannung, so muß diese auf 70 Volt transformiert werden, wonach zwischen Lampe und Stromquelle ein Widerstand zur Regulierung der Spannung eingeschoben wird.

Wünscht man Lampen von 20 Ampère zu verwenden, kann man, falls die Netzspannung 220 Volt Gleichstrom ist, die Lampen mit dem Leitungsnetz des Elektrizitätswerkes mit einem eingeschobenen Vorhaltwiderstand verbinden, aber die drei Lampen müssen dann zu dem einzelnen Lichtbad. serienweise geschaltet werden, woraus folgt, daß jede Störung bei der einen Lampe sich gleichzeitig bei den anderen Lampen geltend machen wird, die mit ihr in einer Serie brennen. Es ist daher auch bei den kleinen Lampen am zweckmäßigsten,

Umformer anzuwenden, wohingegen es notwendig ist, für Lampen, die mit mehr als 20 Ampère brennen, den Werkstrom auf zirka 70 Volt umzuformen.

Die obere Kohle ist die dickere und mit dem positiven Pol verbunden. In dieser dickeren Kohle bildet sich der früher erwähnte Krater, weshalb selbstverständlich immer genau darauf gesehen werden muß, daß diese Kohle in den oberen Kohlenhalter exakt montiert wird, da sonst alle wirksamen Strahlen praktisch in die Luft und nicht auf den Patienten herabgeworfen werden. Die im FINSSEN-Institut zu Kopenhagen verwendeten Kohlen sind unter dem Gesichtspunkt ausgewählt, daß die Lampen so ruhig wie möglich brennen sollen, ohne daß die Kohlen rußen oder glühen, sowie daß sie stark belastet werden können. Reine aschefreie Kohlen brennen am ruhigsten, aber vertragen keine besonders starke Belastung, und die Erfahrung hat gezeigt, daß die Siemens A-Kohle oder Plania-Finsen-Kohle, die wir jetzt anwenden, sich zu diesem Zweck am besten eignet.

Die Kohlendimensionen sollen für 75 Ampère betragen:

Positive Kohle 31×300 mm Dochkohle,
negative Kohle 22×300 mm Dochkohle;

und für die 20 Ampère-Lampen:

Positive Kohle 12×300 mm Dochkohle,
negative Kohle 8×300 mm homogene Kohle.

Die Kohlen müssen absolut trocken und sauber aufbewahrt werden und sie dürfen nicht feucht oder verunreinigt, z. B. mit Öl, aufmontiert werden. Sie sollen so fest in die Kohlenhalter eingespannt werden, daß ein fester und dauernder Kontakt gebildet wird, aber andererseits dürfen sie auch nicht zu fest eingespannt werden, da sonst die Kohle bröckelt, und nicht zu lose, weil dabei die Schraube oder die Schraubenmutter leicht schmilzt, was die Auswechslung der betreffenden Kohlenhalter nötig macht. Die untere Kohle darf nicht unten am Boden montiert werden, sondern nur so, daß zwischen Kohlenende und dem Boden des Kohlenhalters ein Zwischenraum von zirka 1 cm bleibt, weil man sonst Gefahr läuft, daß die Kohle im Kohlenhalter knickt, wenn man aus einem oder anderem Grunde genötigt wäre, ihre Einstellung zu ändern.

Vor Einschalten der Lampen muß man darauf achten, daß die Kohlen genau in derselben Flucht liegen, da sonst der Krater schief wird. Liegen die Kohlen nicht genau senkrecht zueinander, so muß das durch Einstellung der Kohlen-

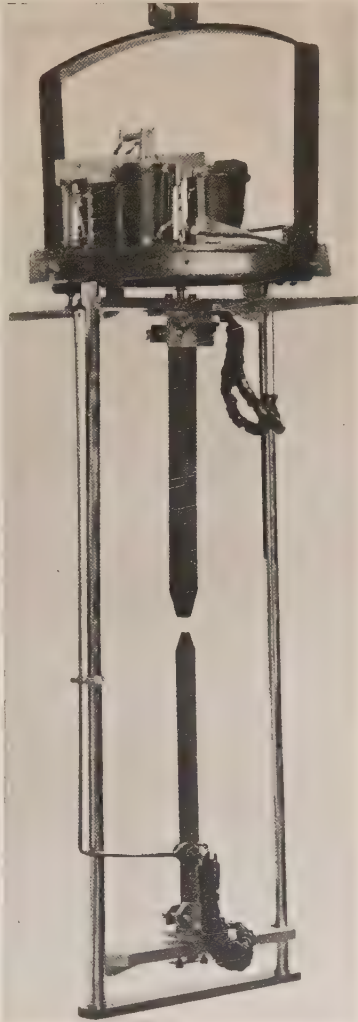


Abb. 1. 75 Amp.-Kohlenbogenlampe für das große Lichtbad

halter gerichtet werden, die durch Lockerung einer Schraube in frontaler und sagittaler Ebene bewegt werden können. Geringere Abweichungen, die erst nach Einschaltung der Lampe bemerkt werden, können durch leichten Schlag auf die Kohlen mit einem runden Holzstock behoben werden.

Die Regulierung soll leicht und mühelos vor sich gehen. Im entgegengesetzten Falle muß der Regulierungsmechanismus durch Ausblasen von Staub und Schmutz mit einem Staubbläser gereinigt werden, aber man darf unter keinen Umständen das Werk mit Öl oder Fett schmieren, da das erstarrt und den Mechanismus nur noch schlechter funktionieren läßt. Mindestens einmal im Jahre sollen die Lampen abgenommen, vollständig auseinandergenommen, gereinigt und, wenn nötig, repariert werden. Die Lampen sollen vollständig frei im Raume brennen, ohne irgendwelche äußere Umhüllung, da eine solche, sei sie nun aus Glas oder Quarz, zum Schaden sein würde, die Glaskugel, weil sie einen Teil des chemischen Lichtes absorbieren würde, und die Quarzkugel, weil ihre Innenfläche sehr bald von Verbrennungsprodukten bedeckt werden würde, die die chemischen Strahlen absorbieren.

Im Handel finden sich andere Lampentypen, aber diese sind in der Regel von der falschen Voraussetzung aus konstruiert, daß das Licht des Lichtbogens selbst das Wichtigste wäre; aber das ist nicht richtig, da es gilt, die größte Menge tief penetrierender Strahlen zu erzielen, und diese kommen vom Kraterlicht, während die Strahlen vom Lichtbogen selbst sehr kurzweilige, schwach penetrierende Strahlen sind.

Für das universelle Kohlenbogenbad kann als Stromquelle nur Gleichstrom verwendet werden, und hat man nur Wechselstrom zu seiner Verfügung, muß dieser erst in Gleichstrom transformiert werden, da sich nur in diesem Falle in der Oberkohle der Krater bildet, der, wie oben erwähnt, von so großer Bedeutung für die Behandlung ist. Beim Wechselstrom dagegen, wo der Strom fortwährend seine Richtung wechselt, so daß die Oberkohle bald positiv, bald negativ ist, kann man Kohlen von verschiedener Dicke nicht anwenden. Es findet somit keine Kraterbildung statt, sondern die Kohlen spitzen sich zu und versprühen ihr Licht in alle Richtungen, so daß nur ein geringer Teil den Patienten trifft. Hieraus geht hervor, daß auch die Nutzwirkung der Lampe bei Anwendung von Wechselstrom bedeutend geringer als bei Gleichstrom ist.

In bezug auf speziellere Aufklärungen, besonders in betreff des elektrischen Teiles, muß teils auf den betreffenden Abschnitt des Handbuches teils auf verschiedene Publikationen verwiesen werden (STRANDBERG, und namentlich auf REYN, COLLIN und CHRISTENSEN). Namentlich aus letzterer Arbeit stammen einige der hier mitgeteilten Angaben.

Fragt man nun, ob man lieber die großen oder die kleinen hier besprochenen Lampen anwenden soll, so muß die Antwort darauf lauten, daß das teils davon abhängt, wieviel Patienten man durchschnittlich mit universellen Kohlenbogenbädern zu behandeln hat, und teils von der Beschaffenheit der Krankheiten dieser Patienten.

Hat man viele außer Bett befindliche Patienten, die längere Zeit sitzen können, soll man die großen Lampen wählen, weil man mit ihnen gleichzeitig eine größere Anzahl Kranke als mit den kleinen behandeln kann, die anderseits unentbehrlich sind, wenn man liegende Patienten behandeln soll. Ein Sanatorium oder eine größere lichttherapeutische Klinik muß beide Installationen außer den Quecksilberquarzlampen zur Verfügung haben, wohingegen die kleinen Lampen für Ärzte passen, die nur bei einer kleineren Zahl ihrer Klientel die Kohlenbogenbäder anzuwenden wünschen oder gebrauchen können.

Nun ist selbstverständlich ein großer Unterschied in der Lichtmenge, die von zwei 75 Ampère-Lampen, aus denen das große Lichtbad besteht, und in der, die von den drei je 20 Ampère-Lampen ausgesendet wird, die das kleine Lichtbad bilden; aber dasselbe macht sich auch für die ausgesandte Wärme geltend. Die Patienten können sich daher bei den kleinen Lampen in weit größerer Nähe als bei den großen aufhalten, und dadurch wird der Unterschied im wesentlichen ausgeglichen, da die Lichtintensität im Quadrat des Abstandes abnimmt.

Das große Lichtbad

Dieses wird, wie man aus der Abbildung ersieht, für sitzende Patienten benutzt und besteht aus den oben erwähnten zwei Lampen von je 75 Ampère. Die Lampen sollen nebeneinander hängen und es muß genau darauf gesehen



Abb. 2. Großes Lichtbad für sitzende Patienten (zwei 75 Amp.-Lampen)

werden, daß sie sich nicht um ihre eigene Längsachse drehen können, da das Licht dann eine verkehrte Richtung bekommt. Die senkrechten Steuerstangen sollen stets in derselben Ebene liegen, damit sie auf den Patienten keinen Schatten werfen, und die Lampen müssen einen Meter in senkrechter Richtung bewegt werden können, um, wie später gezeigt werden soll, in richtigem Verhältnis zum Patienten eingestellt werden zu können. Der Lampenabstand soll, zwischen den Kohlen gemessen, 60 cm betragen, und der Abstand des Kraters

der Oberkohle vom Boden ist im FINSSEN-Institut in Kopenhagen zirka einen Meter, muß sich aber nach der Höhe der benutzten Stühle richten. Bei diesen ist der Abstand vom Stuhlsitz bis zum Boden 40 cm. Der Kraterabstand vom Boden muß jedoch nach Größe und Lagerung des Patienten abgepaßt werden.

Das kleine Lichtbad

Hiezu werden drei Lampen von je 20 Ampère benutzt. Sie werden, wie man sieht, nebeneinander in einer Reihe aufgehängt. Der Lampenabstand, zwischen den Kohlen gemessen, ist 55 cm. Vom Krater der Oberkohle bis zur

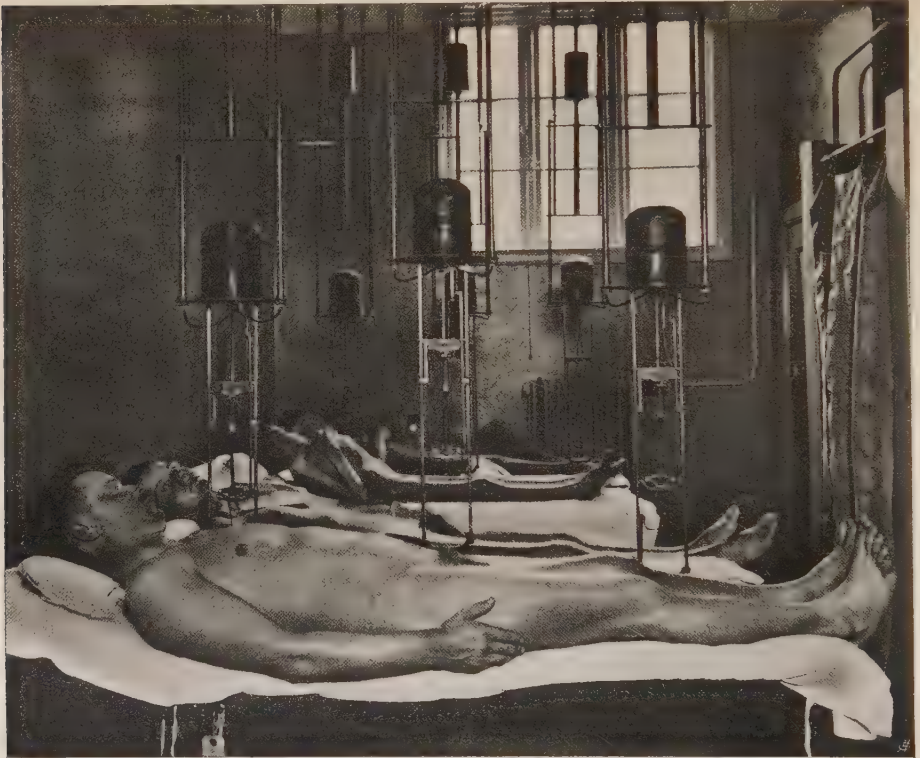


Abb. 3. Zwei kleine Lichtbäder für liegende Patienten (drei 20-Amp.-Lampen)

Lagerstatt des Patienten ist der Abstand 30 bis 35 cm und vom Krater der Oberkohle bis zum Fußboden sind es zirka 120 cm, im übrigen aber gilt für diese Lampen das gleiche wie für die großen. Das kleine Lichtbad wird ausschließlich für liegende Kranke, das große für sitzende angewendet.

Der Lichtbaderaum

Flächeninhalt des Fußbodens in dem Raume, in dem die großen Lampen angebracht werden, $5,4 \times 7$ m, der des Raumes für die kleinen Lampen $5,3 \times 2,5$ m und die Höhe in beiden Räumen 4 m. Der Fußboden ist am besten aus Terrazzo, mit Abfluß in der Ecke, so daß er nach jeder Benutzung mittels einer Wasserschlange gespült werden kann. Hat man nur Linoleumfußboden,

so muß unter die Lampen zum Auffangen eventueller Funken ein Schutzblech angebracht werden. Die Wände sollen mit einer dunklen Ölfarbe angestrichen werden, damit Patienten und Personal nicht von den von einer hellen oder weißen Wand reflektierten, leuchtenden Wärmestrahlen belästigt werden.

In jedem Raume, der zur universellen Lichtbehandlung benutzt wird, entwickeln sowohl Kohlenbogenlampen als auch Quecksilberquarzlampen schädliche Gase, und die Kohlenbogenlampe zugleich starke Wärme, und beides muß durch gute Ventilation fortgeschafft werden. Das wird am besten so bewerkstelligt, daß man hoch oben Fenster anbringt, die beim Öffnen nach innen in den Raum hineinklappen. Falls die Türen dann nicht schließen, oder zwischen Türen und Fußboden einige wenige Zentimeter liegen, wird eine gute Ventilation zustande kommen, ohne daß die Patienten von Zug belästigt werden. Die unteren Fenster und Türen dürfen dagegen nicht offen stehen, da es sonst für die Patienten zieht, wie auch die Lampen unruhig brennen werden, weil die Kohlen ins Schwanken geraten. Kann man diese oder eine ähnliche Ventilationsart nicht herstellen, muß man einen elektrischen Bläser benutzen. Mit jedem Lichtbaderaum muß ein Ankleideraum verbunden sein, sowie ein W. C. und ein Brausebad mit warmer und kalter Dusche.

Die Stühle des Lichtbades sollen so gebaut sein, daß die Patienten, mit den Armen auf der Stuhllehne ruhend, rittlings sitzen können, während die Rückenfläche des Körpers bestrahlt wird. Im kleinen Lichtbad müssen außerdem zwei Lagerstätten vorhanden sein, auf denen die Patienten während der Bestrahlung liegen sollen. Diese Lager sollen so hoch sein, daß vom Krater der Oberkohle bis zum Lager zirka 30 bis 35 cm sind.

Die Placierung der Patienten im universellen Kohlenbogenbad

Bei der Installation mit zwei 75 Ampère-Lampen werden die Patienten in der Regel zu sechs, seltener zu acht längs den Lampen sitzend untergebracht. Es wäre höchst unökonomisch, liegende Patienten mit diesen Lampen zu behandeln, da man dann nur zwei auf einmal behandeln könnte; aber mehr als höchstens acht Patienten im Sitzen zu behandeln, ist unzweckmäßig, da die, welche am äußersten Ende sitzen, dann kein oder zu wenig Licht bekommen würden. Die Verwendung von zwei Lampen beruht darauf, daß die Patienten dabei von beiden Lampen Licht erhalten, indem die Strahlen von einem Feld zum anderen kreuzen; aber es leuchtet ein, daß das Licht die zu äußerst Sitzenden nicht treffen wird, da diese zu weit außen zur Seite sitzen. Der in der Mitte sitzende Patient wird immer die größte Lichtmenge erhalten und man soll deshalb die Patienten der Reihe nach die Plätze wechseln lassen, um eine gleichmäßige Verteilung der Bestrahlung zu erzielen. Um zugleich eine gleichmäßige Lichtverteilung auf dem Körper zu erreichen, soll man die Patienten auch in kürzeren Zwischenräumen die verschiedenen Körperteile dem Lichte zukehren lassen, so daß allmählich alles in der gleichen Zeit beleuchtet wird. Auch um zu starke Erytheme zu vermeiden, ist es zweckmäßig, verschiedene Körperteile gegen das Licht kehren zu lassen.

Das Licht wird selbstverständlich am besten ausgenutzt, wenn die Patienten so dicht wie möglich zusammen sitzen und so nahe wie möglich an den Lampen, aber die starke Wärme setzt dieser Nähe eine Grenze, und der kürzeste Abstand wird bei den großen Lampen in der Regel 40 bis 50 cm von der Rückenmitte bis zum Krater der Oberkohle sein. Der Abstand läßt sich während der Behandlung nicht messen, aber es wird auch genügen, den Patienten aufzufordern, so nahe wie möglich an der Lampe zu sitzen, nachdem man ihn vorher über die Bedeutung

dieses Momentes aufgeklärt hat. Da die Lichtintensität mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, leuchtet es ein, daß der Patient so nahe wie möglich an die Lichtquelle herangebracht werden muß.

Unter allen Umständen muß man sich immer vergewissern, daß das Kraterlicht stets auf den Rumpf des Patienten fällt.

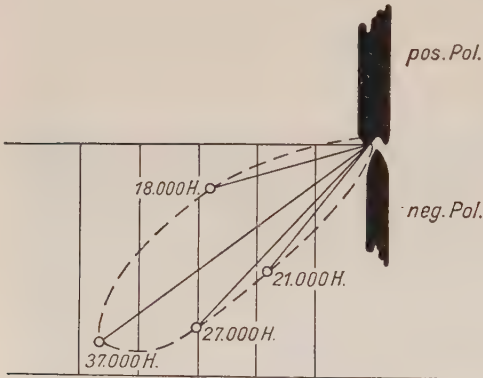


Abb. 4. Das Kraterlicht fällt in Form eines Kegels, dessen Spitze nach oben gerichtet ist, nach unten

Wie man aus der Abbildung ersieht, wird das Kraterlicht wie ein Kegel mit nach oben gerichteter Spitze nach unten geworfen und der Patient soll sich während der Bestrahlung in diesem Kegel befinden; andernfalls muß die Lampe gehoben oder gesenkt werden, je nachdem der Patient sich ihr nähert oder von ihr entfernt. Man kann in einfacher Weise sich vergewissern, daß das Kraterlicht wirklich auf den zu Bestrahrenden fällt und daß er nicht ausschließlich von anderen Strahlen beleuchtet wird; man braucht seine Hand nur von oben nach unten zwischen Patient und

Lampe gleiten zu lassen und man wird dann eine am intensivsten beleuchtete Zone feststellen, während die Beleuchtung oberhalb und unterhalb dieser Zone, die die Stelle des kräftigsten Kraterlichtes angibt, schwächer ist. Der zu Bestrahrende soll deshalb zu jeder Zeit entweder die Mittelpartie des Rückens oder die Kurvatur in dieser Zone haben.

Die Patienten sollen während der Bestrahlung im Lichtbad vollständig nackt sein.

Um das Auftreten störender Konjunktivitiden zu verhindern, sollen sowohl Patienten wie das Personal große Brillen mit stark geschwärztem Glase tragen, und das Gesicht soll durch einen Papierschirm geschützt werden, der übrigens auch zum Augenschutz eingerichtet werden kann, so daß die Brillen vermieden werden können. Das Gesicht muß geschützt werden, weil die Haut hier lichtempfindlicher als am Rumpf ist. REYN hat z. B. den Rumpf bei Patienten mit Lichtdermatitiden im Gesicht beleuchtet, ohne solche auf dem Rumpf auftreten zu sehen.

Patienten, die sich schwer bewegen können, sowie Kinder dürfen keinen Augenblick ohne Aufsicht gelassen werden, da es passieren kann, daß kleine weißglühende Kohlenpartikelchen abgesprengt werden und diese könnten dann leicht die Lagerstätten oder eventuell vorhandenes Papier in Brand setzen. Daß diese Gefahr nicht sehr zu befürchten ist, ersieht man daraus, daß niemals, weder im FINSSEN-Institut noch in meiner Privatklinik der geringste Unglücksfall oder ein Unheil aus dieser Ursache vorgekommen ist.

Man muß darauf aufmerksam machen, daß es verboten ist, die Kohlen oder die stark erhitzten Lampen zu berühren. Kleine Kinder müssen deshalb, auch um gleichzeitig zu verhindern, daß sie vom Lager herunter fallen, mit einem Gurt am Lager befestigt werden.

Die Dosierung des universellen Kohlenbogenbades

Das Kohlenbogenbad hat in der Oto-Laryngologie seine wesentlichste Anwendung bei den verschiedenen Formen der Tuberkulose. Über die spezielle

Dosierung kann hier gesagt werden, daß man bei Larynxtuberkulose so weit tunlich, immer, aber besonders bei stark mitgenommenen Patienten damit beginnen soll, sie bei den kleinen Lampen liegen zu lassen. In der Regel beginne ich mit 10 bis 15 Minuten und steige dann um 5 bis 10 Minuten an jedem zweiten Tag bis zur vollen Zeit, die $2\frac{1}{2}$ Stunden beträgt. Mit Rücksicht auf die Menstruationspausen kann es zweckmäßig sein, Frauen die Lichtbäder täglich zu verabfolgen. Nach dem Lichtbad bekommen diese Patienten, wie alle anderen, ein lauwarmes Brausebad. Nach einiger Zeit sind diese Patienten in der Regel so weit, daß sie die Überführung an die großen Lampen vertragen, aber man muß dann hier mit einem kürzeren Bad beginnen und wieder langsam ansteigen, da die größere Wärme einige Gewöhnung erfordert.

Bei der Mittelohrtuberkulose gilt für stark mitgenommene Patienten das gleiche, aber in der Regel wird man diese doch sofort mit dem großen Lichtbad beginnen lassen können. Erwachsene können hier mit einer halben Stunde beginnen und dann jeden zweiten Tag mit einer Viertelstunde bis zu $2\frac{1}{2}$ Stunden ansteigen. Kinder beginnen mit 20 Minuten und steigen jedesmal zirka zehn Minuten, aber bekommen im übrigen schließlich die gleiche Dosis wie Erwachsene.

Bei den verschiedenen Formen von Lupus vulgaris kann man mit 30 bis 40 Minuten anfangen und um 15 bis 20 Minuten steigen, falls nicht das Allgemeinbefinden infolge einer gleichzeitigen Komplikation eine kürzere Bestrahlungszeit notwendig macht.

Während für die Dosierung des Sonnenbades allgemein angeraten wird, mit der Bestrahlung eines kleinen Teiles der Gesamtoberfläche zu beginnen, beginnen wir beim Kohlenbogenbad unsere Behandlung immer gleich das erste Mal mit der Bestrahlung des ganzen Rumpfes.

Während die Anfangsdosis beim universellen Kohlenbogenbad im wesentlichen ganz vom Allgemeinzustand des Patienten abhängt und man in der Regel mit der Bestrahlung nicht während interkurrenter febriler Zustände beginnen wird (Temperaturerhöhungen von 38 bis $38,3^{\circ}$ bei Larynxtuberkulose berücksichtige ich nicht, wenn sie nicht auf einer akuten interkurrenten Krankheit beruhen), hängt das Tempo, in dem man ansteigt, nicht nur vom Allgemeinzustand, sondern auch von dem Erythem ab, das auf der chemischen Wirkung des Lichtes auf die Haut beruht. Die Wirkung, die die chemischen Strahlen hervorrufen, variiert selbstverständlich mit der Bestrahlungsintensität und -dauer, stark von schwacher bis zu intensiver Röte und Schwellung der Haut; ja, bei besonders kräftiger Bestrahlung kann sie eine Zellnekrose hervorrufen. Ist die Reaktion besonders stark, so versteht es sich von selbst, daß man langsamer ansteigen oder die nächsten Bestrahlungen einige Tage aussetzen muß, um dann wieder mit einer kürzeren Bestrahlungszeit zu beginnen. Bei den oben angegebenen Dosen ist die auf der Haut im allgemeinen vorkommende Form der Lichtwirkung eine mehr oder weniger starke Rötung, die nach einigen Tagen wieder schwindet, falls man die Bestrahlungen einstellt, die sich sonst aber nach allen ersten Bestrahlungen wiederholt, bis die Haut pigmentiert ist. Die starken Hauterytheme werden manchmal als unangenehm empfunden, namentlich wegen des begleitenden Juckens, aber auch weil die Berührung mit den Kleidern oder dem Bettzeug als unangenehm empfunden werden kann; diese Unannehmlichkeiten können durch Gebrauch eines feinkörnigen Pudermittels, wie Talcum oder ähnliches, erleichtert werden. Ist die Pigmentation eingetreten, wird das Lichtbad nur als angenehm empfunden.

Man könnte denken, daß Patienten, die keine pigmentbildende Fähigkeit haben, dauernd sehr stark reagieren müßten, aber das ist nach REYNS Erfahrungen

durchaus nicht der Fall. Nach einiger Zeit reagieren sie nicht oder fast nicht stärker als die pigmentierten Individuen.

Ist der Allgemeinzustand nur einigermaßen gut, werden selbst kräftige Erytheme gut vertragen und geben in Wirklichkeit niemals Anlaß zur Aussetzung der Behandlung. Dagegen müssen kräftige Erytheme vom Quecksilberquarzlicht wegen ihrer größeren Schmerzhaftigkeit vermieden werden, worauf später näher eingegangen werden soll.

Sollten sich einzelne Patienten anfangs als besonders sensibel erweisen, so hat man den Ausweg, die Behandlung für einige Tage abubrechen, um sie dann mit kleineren Dosen wieder aufzunehmen, sei es, daß man dann in der ersten Zeit den Abstand von den Lampen vergrößert, oder es für zweckmäßiger halten wird, die Bestrahlungszeit zu vermindern.

Während der Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern wird man gelegentlich einmal Phlyktänen auf der Cornea auftreten sehen; man braucht die Behandlung deshalb nicht abubrechen, wenn man nur die Augen gut schützt. Die Phlyktänen schwinden bei der üblichen Behandlung.

Unangenehme Reaktionen in Form von starken Temperatursteigerungen, Tachykardie, Dyspnoe oder ähnliches, wie sie zuweilen beim Gebrauch des Sonnenbades von einigen Autoren geschildert werden, treffen wir nur äußerst selten an. Wenn sie unter der Behandlung mit Sonnenbädern vorkommen, ist der Grund dafür möglicherweise der von REYN angedeutete, nämlich eine zu lange Bestrahlung in Verbindung mit der starken Wärmestrahlung der Sonne.

Zur Festlegung der geeignetsten Bestrahlungsdosis sind eine Anzahl verschiedener Dosimeter, u. a. von DAHLFELDT, FINKENRATH, KELLER u. a. vorgeschlagen worden, aber im FINSSEN-Institut in Kopenhagen brauchen wir niemals einen anderen Modus, und die Dosimeter scheinen mir auch in keiner Weise bei der Behandlung mit Kohlenbogenbädern erforderlich. Kontraindikationen gegen die Lichtbäderbehandlung sind unter den Krankheiten, die überhaupt innerhalb der Oto-Rhino-Laryngologie in Betracht kommen: schwerere Formen von Mb. cordis und Arteriosklerose sowie Nephritiden, die nicht tuberkulösen Ursprungs sind. Die Frage der Dosierung wird übrigens bei der Behandlung der verschiedenen Krankheiten wieder berührt werden.

Außer den hier besprochenen Kohlenbogenlampen, welche die an die Kohlenbogenlampen zu stellenden Forderungen erfüllen und zu künstlichen chemischen Lichtbädern angewandt werden sollen, sind noch eine Reihe anderer Kohlenbogenlampen angegeben worden, die entweder so eingerichtet sind, daß die Spannung nach der vorhandenen Netzspannung in der Hinsicht abgepaßt ist, die Transformierung des Stromes zu vermeiden, oder so, daß sie auf der Ausnutzung des Bogenlichtes basiert sind. Außerdem sind Lampen zur Verwendung des Wechselstromes angegeben. Von diesen letzteren muß sofort bemerkt werden, daß sie für Lichtbäder aus dem früher erwähnten Grunde ganz un verwendbar sind.

Von Lampen, die das Bogenlicht ausnutzen, sollen genannt werden: die Aureollampe, die mit sehr hoher Voltage brennt, sowie die Heliollampe, die dieselben Mängel wie die Aureollampe hat. Ihre Verwendung zu Lichtbädern kann mit Rücksicht auf die oben aufgestellten Forderungen nicht empfohlen werden, da ihre Voltage zu hoch ist, und weil sie das Bogenlicht und nicht das Kraterlicht ausnutzen, auf das es, wie oben erwähnt, doch ankommt. Die Jupiterlampe, die mit 10 Ampère und 40 Volt brennt, und die Mebolithlampe, die mit 5,5 Ampère und 45 Volt brennt, eignet sich zur generellen Bestrahlung also auch nicht.

Die Ultrasonne, die zur Allgemein- und Lokalbestrahlung verwendbar sein soll und für die es Ansatzstücke zur speziellen Verwendung bei der Behandlung der Ohren-, Nasen- und Mundkrankheiten gibt, brennt mit 110 bis 220 Volt und 6 Ampère. Schon aus diesem Grunde kann die Lampe für die universelle Bestrahlung nicht empfohlen werden. Außerdem gilt von diesen Lampen wie auch von der Ultraluxlampe, daß sie mit zu dicken Kohlen brennen.

Bei allen diesen Lampen muß man im Auge behalten, daß es ja nicht allein auf die Strahlenqualität, sondern auch auf die Quantität ankommt, da es selbstverständlich sehr wichtig ist, möglichst viel blaue, violette und langwellige ultraviolette Strahlen außer den leuchtenden Wärmestrahlen zu bekommen.

Zur Beleuchtung der großen Rolle, die die Belastung der Kohlen, Ampère- und Voltzahl spielen, wird auf ABSALON LARSENS oben erwähnte Arbeit verwiesen.

Das universelle Quecksilberquarzbad

Hiezu werden verschiedene Lampenformen angewendet, die alle das Gemeinsame haben, daß der Lichtbogen sich zwischen zwei Quecksilberpolen bildet, die in ein Quarzrohr eingeschliffen sind. Das Spektrum, dessen Verhalten zu dem des Kohlenbogenlichtes oben besprochen ist, ist ein reines Quecksilberspektrum und also ein Linienspektrum. Die verschiedenen Typen dieser Lampenform werden in einem anderen Abschnitt dieses Handbuches näher besprochen, weshalb sie hier nur ganz kurz erwähnt werden sollen. Eine der bestbekannten Lampen ist die BACHsche Höhensonne, ein Name, den sie übrigens mit Unrecht trägt, weil das Spektrum der künstlichen Höhensonne wie alle Quecksilberspektren ein Linienspektrum ist, während das der Sonne, wie gesagt, ein kontinuierliches Spektrum ist. Außerdem fehlen der BACHschen Lampe die langwelligen Strahlen, dem HAGEMANN durch Umgebung der Lampe mit einem Kranz von Glühlampen abzuhelpen gesucht hat. JESONEK hat eine Quecksilberquarzlampe von einem etwas anderen Aussehen konstruiert und sie darauf berechnet, mehrere auf einmal in einem Raume aufzustellen, zwischen denen die Patienten dann zur Bestrahlung herum gehen können. JESONEK hat die Frage der fehlenden langwelligen Strahlen dadurch zu lösen versucht, daß er im Raume gleichzeitig einige kräftige Metalldrahtlampen (Solluxlampen) aufstellte.

Von dieser Kombination gilt das gleiche wie von dem Glühlampenkranz um die BACH-Lampe, daß das wohl das sichtbare Spektrum, aber nur wenig, vergrößert, weil die Menge blauer und violetter Strahlen, die von diesen Glüh- und Metalldrahtlampen ausgesendet werden, verhältnismäßig gering ist. Von diesen zwei Typen muß die JESONEK-Lampe als die beste angesehen werden, da ihre Lichtstärke größer als die der BACH-Lampe ist. Beide Typen werden, wie erwähnt, zu universellem Lichtbad verwendet. In bezug auf die Einrichtung des Lichtbaderaumes bei diesen Lampen gilt das gleiche, wie bei dem Kohlenbogenbad besprochen ist.

Über die Dosisierung muß bemerkt werden, daß man hier mit weit geringeren Dosen als beim Kohlenbogenbad beginnen muß, da der Reichtum des Quecksilberquarzlichtes an kurzwelligen, schwachpenetrierenden ultravioletten Strahlen bewirkt, daß man bei länger ausgedehnter Bestrahlung wegen der starken hautirritierenden Wirkung dieser Strahlen äußerst schmerzhaftes Erytheme bekommen kann. Wir beginnen aus diesem Grunde immer mit nur 5 Minuten Bestrahlungszeit und steigen jeden zweiten Tag um 5 Minuten bis zu $1\frac{1}{2}$ Stunden. Die Patienten werden in 70 cm Ent-

fernung bestrahlt. Diese Zahl gilt für die JESONEK-Lampe. Bei der BACHschen Lampe kann man die Zeiten etwas verlängern, da die Lichtstärke geringer ist. Von beiden Lampen gilt, daß der Brenner allmählich so sehr an Lichtstärke verliert, daß er für therapeutische Zwecke völlig unbrauchbar wird; man muß ihn dann durch einen neuen ersetzen. Bei der Verwendung neuer Brenner muß man selbst kräftig pigmentierte Patienten zunächst weit kürzere Zeit als mit dem alten Brenner bestrahlen und man sollte hier kaum mit mehr als mit 15 Minuten beginnen, sofern man sehr schmerzhafte Erytheme vermeiden will.

Die Lebenszeit dieser Brenner wird allgemein auf 600 bis 700 Brennstunden angesetzt, weshalb man sich eine genaue Aufstellung über die Brennzeit machen soll, wie man denn auch die Lampe ab und zu einer photometrischen Untersuchung unterziehen möge.

Die Indikationen für die Anwendung des Quecksilberquarzbades sind im wesentlichen die gleichen wie für das Kohlenbogenbad und werden später besprochen werden; nur soll hervorgehoben werden, daß ersteres in den vereinzelt Fällen immer angewendet werden soll, wo die Patienten die Hitze beim Kohlenbogenbad nicht vertragen; aber man muß sich vor Augen halten, daß man bei tuberkulösen Erkrankungen nicht einen gleich hohen Prozentsatz von Heilungen wie bei der Anwendung des Kohlenbogenbades erwarten kann, und in der Regel kann man seine Erfolge auch nicht im gleichen Zeitraum zu erzielen erwarten. Bei rachitischen Erkrankungen ist das Quecksilberquarzlicht vorzüglich.

Schließlich soll erwähnt werden, daß PICARD eine Intensivbestrahlungskammer angegeben hat, d. h. einen besonders konstruierten Raum, in dem der Patient außer mit Quecksilberquarzlicht mit ionisierter Luft behandelt wird.

Von BANGS Eisenbogenlicht, das aus Lampen besteht, die mit $3\frac{1}{2}$ Ampère brennen, sowie von der Tungsteinbogenlampe, die mit 5 Ampère und 60 bis 100 Volt brennt, gilt, daß sie beide ein Linienspektrum haben, und mit Rücksicht auf die oben dargelegten Gründe sind diese Lampen zur Behandlung der chirurgischen Tuberkulose in der Oto-Laryngologie nicht verwendbar, wie sie auch das Kohlenbogenlicht nicht ersetzen können.

Außer den oben besprochenen Lampen sind noch eine Reihe verschiedener Metalldrahtlampen angegeben und für die universelle Lichtbehandlung vorgeschlagen worden. Von ihnen allen gilt, daß bei ihrer Anwendung keine Wirkung des chemischen Lichtes in Betracht kommt, sondern nur eine reine Wärmewirkung, indem sie nur sehr kleine Mengen chemischen Lichtes aussenden, weshalb ihre Besprechung auch nicht in ein Handbuch der Lichttherapie hineingehört; aber eine soll später doch kurz besprochen werden.

Lichtquellen für die Lokalbehandlung

Die wesentlichsten Lichtquellen, die hier in Betracht kommen, sind wie bei der universellen Behandlung: die Sonne, das Kohlenbogenlicht und das Quecksilberquarzlicht. Von diesen kann die Sonne und das Kohlenbogenlicht in unkonzentrierter und in konzentrierter Form angewendet werden.

A. Das Sonnenlicht

Unkonzentriertes Sonnenlicht kann in der Oto-Laryngologie in der Regel nur angewendet werden, indem das Licht mittels eines Spiegels in den Mund, Rachen oder Kehlkopf reflektiert wird; es wird, ebenso wie die direkte Anwendung ohne Spiegel für den Gehörgang, unter den einzelnen Krankheiten näher besprochen werden.

Konzentriertes Sonnenlicht

FINSEN konzentrierte das Sonnenlicht durch einen von ihm konstruierten Linsenapparat, der aus einer plan-planen und einer gekrümmten Glasplatte besteht, die wasserdicht in einen sie zusammenhaltenden Messingring eingekittet sind. Der Abstand zwischen den Glasplatten ist in der Peripherie 5 cm. Der Raum zwischen den Glasplatten wird mit einer Lösung ammoniakalischen Kupfersulfats in destilliertem Wasser ausgefüllt, wobei sich eine Linse bildet, die bei Wendung der gewölbten Seite zur Sonne die parallelen Strahlen zu einem Brennpunkt sammelt, der 70 cm von der planen Glasplatte entfernt liegt.

Dieser Konzentrationsapparat wird nun derart aufgestellt, daß die Sonnenstrahlen senkrecht auf die gewölbte Seite fallen, wonach auf die zu bestrahlende Stelle ein Druckapparat angebracht wird. Darauf wird der Druckapparat und die zu behandelnde Stelle $\frac{1}{2}$ cm innerhalb des Brennpunktes geführt, wo die beste Fusion der chemischen Strahlen stattfindet. Während der Bestrahlung soll die Stellung der Linse zur Sonne stets die gleiche sein.

Bei Verwendung künstlicher Lichtquellen benutzt man den gleichen Modus mit den Druckapparaten, von denen einzelne Typen unten beschrieben werden sollen, während im übrigen sowohl für diese wie für nähere Einzelheiten bei den verschiedenen FINSEN-Apparaten zur Anwendung des Sonnen- oder des künstlichen Lichtes in konzentrierter Form auf den allgemeinen Teil dieses Handbuches oder auf AXEL REYN: Die Finsenbehandlung, verwiesen wird.

B. Künstliche Lichtquellen

Das unkonzentrierte Kohlenbogenlicht findet einige Verwendung als Fernbestrahlungsquelle, hat aber in der Oto-Laryngologie als lokales, chemisches Lichtbehandlungsmittel kaum größere Bedeutung. Es sind namentlich Lampen wie die Helioslampe und andere Konstruktionen, die hiefür verwendet werden, in der Art, daß die Partie, die man zu behandeln wünscht, in einer gewissen Distanz längere oder kürzere Zeit bestrahlt wird. Der Gehalt dieser Lampen an chemischem Licht ist oben besprochen, und eventuelle Resultate müssen sicher einer Wärmewirkung zugeschrieben werden. Sie werden namentlich bei schmerzhaften Erkrankungen, wie Gehörgangsfurunkulose, akuten Nebenhöhlenerkrankungen u. ä., angewendet.

Zur Behandlung mit konzentriertem Kohlenbogenlicht können verschiedene Lampen benutzt werden, teils der originale FINSEN-Apparat, teils die FINSEN-REYN-Lampe u. a.

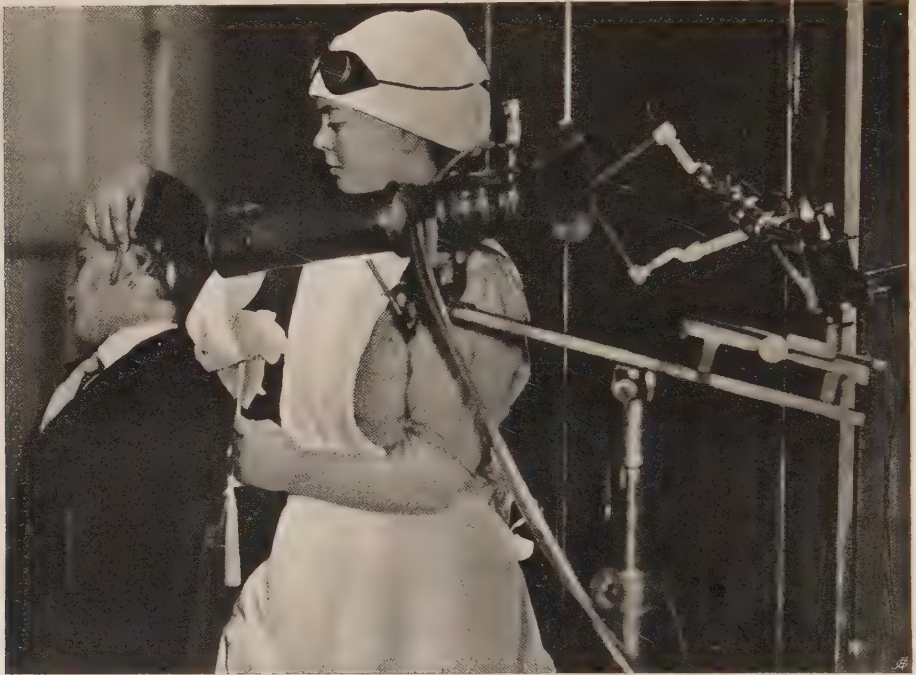
In der Oto-Laryngologie können die beiden Typen im gleichen Sinne verwendet werden; doch wird der große FINSEN-Apparat außer in größeren lichttherapeutischen Anstalten sicher seltener benutzt, und nur die FINSEN-REYN-Lampe soll hier kurz besprochen werden, indem im übrigen betreffs der näheren Konstruktion und Wirkungsart dieser Lampen auf den betreffenden Abschnitt des Handbuches verwiesen wird. Während man am großen FINSEN-Apparat vier Patienten gleichzeitig behandeln kann, kann man mit der FINSEN-REYN-Lampe nur einen auf einmal behandeln.

Die Finsen-Reyn-Lampe

Diese Lampe besteht, wie die Abbildung zeigt, aus einer Bogenlampe, vor der auf demselben Stativ ein Konzentrationsapparat angebracht ist. Sie brennt mit 20 Ampère und 50 Volt, und Ober- und Unterkohle sind schräg zueinander derart angebracht, daß der Krater der Oberkohle sich gegen den Konzentrations-

apparat kehrt, wodurch die Ausnutzung des Kraterlichtes in seinem ganzen Umfang erreicht wird. Daher muß man genau aufpassen, daß der Krater die ganze Zeit die richtige Einstellung zum Konzentrationsapparat hat.

Die Verwendung dieser Lampen zur Lokalbestrahlung erfordert in der Regel einen Druckapparat, der die größtmögliche Blutleere an der zu bestrahlenden Stelle hervorrufen, und der sie zugleich durch Ableitung der Wärme der konzentrierten Strahlen abkühlen kann, letzteres zur Vermeidung der Verbrennung, das erstere, weil FINSSENS Versuche zeigten, daß Blutleere notwendig ist, wenn man eine Tiefenwirkung wünscht.



Aqb. 5. Die Finsen-Reyn-Lampe

Von solchen Druckapparaten kommen in der Oto-Laryngologie zur Anwendung: der ovale, der trichterförmige sowie LUNDSGAARDS und JUNGMANNs prismatischer Druckapparat, von denen die zwei ersten namentlich an der Lippen-schleimhaut, im Munde sowie bei Gehörgangsplastiken nach Radikaloperationen Anwendung finden, während die prismatischen Druckapparate namentlich am Vestibulum nasi, vorn am Septum und in der Mundhöhle angewandt werden. Der ovale Druckapparat findet seine größte Anwendung in der Dermatologie und wird an anderer Stelle im Handbuch beschrieben. Trichter und Prisma werden wohl auch in anderen Spezialgebieten verwendet, aber sie sind ein ganz unentbehrliches Zubehör für den, der das konzentrierte Licht in der Oto-Laryngologie ausnutzen will, weshalb sie hier beschrieben werden.

Der trichterförmige Druckapparat besteht aus einer plan-planen und einer stark gewölbten plan-konvexen Bergkristallfläche, die von einem Metallstück zusammengehalten werden, auf dem ein von zwei Röhren gebildeter Handgriff

sitzt, von denen das eine das Zufluß-, das andere das Abflußrohr für das Wasser ist, das zwischen den beiden Bergkristallflächen zirkuliert, und das mit diesen zusammen eine Linse bildet. Dieses ständig zirkulierende Wasser dient zugleich zur Ableitung der Wärme von dem zu bestrahlenden Fleck. Abb. 6 zeigt den trichterförmigen Druckapparat, den ich zur Behandlung tieferliegender Ulzerationen für Gehörgangsplastiken nach Radikaloperationen habe herstellen lassen, der im übrigen aber völlig einem gewöhnlichen trichterförmigen Druckapparat ähnelt, nur daß der „Trichter“ etwas länger ist.



Abb. 6. Trichterförmiger Druckapparat zur Ohrenbehandlung

Lundsgaards Druckapparat

LUNDSGAARDS prismatischer Druckapparat dient außer als Druckapparat auch zur Änderung der Richtung des Strahlenbündels, so daß es möglich wird, Regionen zu behandeln, die sonst für die Lichtbehandlung unzugänglich sein würden.

REYN macht in „Die FINSSEN-Behandlung“ über diesen Druckapparat folgende Angaben. Das Prisma kann entweder aus massivem Bergkristall mit einem Wasserkühlraum an seinem vorderen Ende, oder aus drei Bergkristallflächen hergestellt werden, zwischen denen das Wasser zirkuliert und dadurch

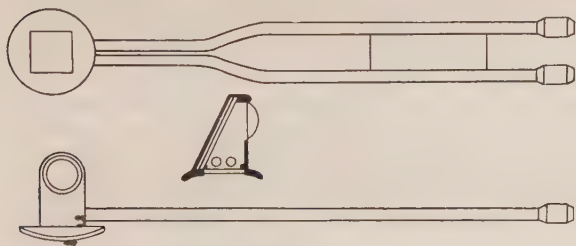


Abb. 7. Lundsgaards prismatischer Druckapparat

ein Prisma bildet. Um von dem Prisma vollen Nutzen zu ziehen, ist es notwendig, daß eine seiner Flächen das Licht total reflektiert. Die Prismenwinkel sollen 90, 60 und 30 Grad betragen, weil die Strahlen, die reflektiert werden sollen, konvergent sind.

Die Prismafläche, durch die das Licht eintritt, ist ein Parallelogramm, dessen

Seiten 11 bzw. $9\frac{1}{2}$ mm lang sind. Die Fläche (Hypothense), die das Licht zurückwirft, ist ein Parallelogramm, dessen Seiten 19 bzw. 7 mm sind; die Fläche, aus der das Licht das Prisma verläßt, ist ebenfalls ein Parallelogramm, dessen Seiten 17 bzw. 7 mm messen. Die Bergkristallplatten haben eine Dicke von 1 mm und sind wasserdicht in ein Metallstück gekittet, das die zwei Seiten des Prismas bildet. In die eine mündet das Zufluß- und Ablaufrohr für das Kühlwasser ein.

Nachdem das erste Prisma konstruiert war, zeigte es sich, daß das Licht nur von der Hypothense zurückgeworfen wird, wenn diese auf ihrer äußeren Seite absolut trocken und klar ist. Geht diese frei in den Raum aus, so beschlägt sie sich, sobald das durchströmende Wasser sie abkühlt. Es wurde daher notwendig, auf dieser Seite des Prismas einen Raum mit trockener Luft anzubringen. Über der Bergkristallplatte ist deshalb eine Metallplatte angebracht, die mit

ihren Rändern luft- und wasserdicht schließt. Die Luftaustrocknung des Raumes zwischen dem Metall und dem Bergkristall geht folgendemmaßen vor sich: Nach luftdichter Lötung der Metallplatte über dem Prisma, wird in die Mitte der Metallplatte ein kleines Loch gebohrt, wonach das Prisma einige Tage in ein Glas mit Chlorkalzium gebracht wird. Im selben Augenblick, wo es aus dem Glase genommen wird, wird das Loch zugelötet.

Sind die Quarzplatten luft- und wasserdicht im Metall festgelötet, wird das ganze Licht, selbst bei starker Abkühlung, vom Prisma reflektiert.

Wenn die Prismen auf diese Art konstruiert werden, so beruht das darauf, daß die Versuche, die vorgenommen wurden, diesen trockenen Raum zu vermeiden und statt dessen die Hypothenusenfläche mit Silber, Quecksilber oder einem anderen spiegelnden Stoff zu belegen, so daß diese Fläche als Spiegel wirkt, nicht erfolgreich ausgefallen sind, da fast alle ultraviolettten Strahlen von einem solchen Spiegel absorbiert werden.

Der beregte Raum mit trockener Luft kann durch die Reinigung oder unter dem Gebrauch undicht werden, und die Feststellung, ob das der Fall ist, kann schwierig sein. Wie gesagt, ist es jedoch eine unabweisbare Forderung, daß dieser Raum dicht ist, falls die Totalreflexion vor sich gehen soll, und im FINSEN-Institut zu Kopenhagen prüfen wir deshalb die Prismenapparate regelmäßig jeden Monat nach der von HASSELBACH und REYN angegebenen Methode mit Jodkaliumstärkepapier. Tritt nach 20 Sekunden keine deutliche Braunfärbung des Papiere ein, muß das Prisma erst sorgfältig gereinigt werden und falls das nicht hilft, muß der Raum von neuem ausgetrocknet werden.

Die Fläche, durch die das Licht das Prisma verläßt, kann eine plane Bergkristallplatte oder eine Linse sein, je nach dem Anwendungszweck des Prismas. Falls man eine Linse benutzt, muß man natürlich dafür sorgen, daß diese Linse gerade dort sitzt, wo die Strahlen aus dem Prisma austreten.

Dieser Druckapparat wird für das Vestibulum nasi und für die Mundschleimhaut gebraucht, wo andere Druckapparate sich nicht anwenden lassen.

JUNGMAHN hat einen prismatischen Druckapparat konstruiert, der in verschiedenen Größen vorliegt und der für die Anwendung an der Nase, Mund, Rachen und Gehörgang berechnet ist. Der Apparat besteht aus einem massiven Quarzprisma, das senkrecht in die Quarzachse eingeschliffen ist. In der einen Kathetenfläche ist eine Linse ausgeschliffen, die von einer Wasserkammer umgeben ist, die sowohl selbst als auch mit ihren Zufluß- und Abflußröhren außerhalb des optischen Mediums liegt. Das Prisma ist in einen Metalltrichter eingefast.

Für alle Formen von Druckapparaten ist zu fordern, daß sie sorgfältigst sauber gehalten werden. Das geschieht dadurch, daß man etwas Messing, Feilspäne und Wasser in das Prisma hineinleitet und es danach gründlich schüttelt. Werden die Prismen davon nicht klar, oder finden sich Ablagerungen von Kalksalzen, kann man dadurch reinigen, daß man sehr schnell verdünnte Salzsäure und unmittelbar danach reichlich Wasser durch das Prisma hindurchleitet; aber diese Prozedur darf nur im Notfall und mit großer Vorsicht vorgenommen werden, da die Salzsäure die Kittsubstanz löst.

Die Druckapparate sollen während der Bestrahlung so fest gegen die zu behandelnde Stelle gedrückt werden, daß man völlige Blutleere erzielt, und die Strahlen müssen völlig senkrecht auf die Fläche des gegen den Konzentrationsapparat gekehrten Druckapparates fallen, da sie sonst, statt reflektiert zu werden, in das Gewebe dringen.

Näheres über die Anwendung des Druckapparates wird man unter der Behandlung der Nasentuberkulose finden.

In der Regel wird das konzentrierte Licht nur in Verbindung mit einem Druckapparat angewandt; aber wo es sich z. B. darum handelt, das Mittelohr oder den Larynx mit konzentriertem Licht zu behandeln, ist es nicht möglich, den Druckapparat anzuwenden, und es sind zu diesem Zwecke daher besondere Apparate konstruiert, die trotzdem eine Behandlung dieser Lokalisationen ermöglichen sollen. Von diesen sollen FUJINAMIS-Apparat zur Larynxbestrahlung sowie die Kohlenbogenlampen zur Mittelohrbestrahlung besprochen werden.

FUJINAMIS-Apparat ist aus einem gewöhnlichen FINSSENSchen Konzentrationsapparat hergestellt, wo an Stelle des unteren Tubus, der zur Absorption der Wärmestrahlen destilliertes Wasser enthält, ein Tubus angebracht ist, der aus zwei 25 cm langen Metalltrichtern besteht, die ineinander geschoben werden können, und in deren gemeinsamen Zwischenraum ein Wassermantel zirkuliert. Das untere Ende des Trichters ist oval und hat einen Querdurchmesser von nur 1 bis 2 cm, um nur die Zentralparallelstrahlen der FINSSEN-Lampe zum Kehlkopfspegel zu leiten und den Patienten vor unnötigem Lichte zu schützen. Außerdem befindet sich ein drehbarer Spiegel am Trichter, der es dem Patienten ermöglicht, zu sehen, ob das Licht richtig in den Mund fällt.

Zur Behandlung des Mittelohres eignen sich die gewöhnlichen Apparate nicht, da man hier keine Druckapparate anwenden kann, wie auch die Wärme hier zu lästig wäre, falls man das Licht durch einen Trichter aus ziemlich naher Distanz hineinleiten wollte. Man kann deshalb zur Behandlung gewisser Ohrenkrankheiten Lampen mit geringerer Stromstärke verwenden, und wir gebrauchen hiezu Lampen von teils 6, teils 10 Ampère. Sie sind auf dem CEMACHSchen Stativ montiert und mit CEMACHSchen Ansatzstücken versehen, was beides unter der KROMAYERSchen Lampe, für die sie konstruiert sind, näher besprochen werden soll.

Die besprochenen Kohlenbogenlampen können entweder als kleine FINSSEN-REYN-Lampen konstruiert werden, oder man kann gewöhnliche Lichtbilderlampen mit senkrecht aufeinanderstehenden Kohlen gebrauchen. Die Dosierung wird unter der Behandlung der verschiedenen Krankheiten besprochen werden. Wie oben erwähnt, wird das konzentrierte Kohlenbogenlicht fast immer in Verbindung mit einem Druckapparat angewandt, aber manchmal kann es auch ohne einen solchen angewandt werden, nämlich zur Behandlung und Stimulierung schlecht granulierender retroaurikulärer Operationskavitäten. Diese Behandlungsart geht aus Abb. 7 hervor.

Lokalbestrahlung mit Quecksilberquarzlicht

Es handelt sich hier praktisch nur um die KROMAYER-Lampe, die gerade speziell zur Lokalbehandlung, namentlich von Hauterkrankungen, konstruiert ist, die aber durch eine Reihe von Spezialansätzen besonders für die Oto-Rhino-Laryngologie verwendbar gemacht ist.

Die KROMAYER-Lampe ist eine Quecksilberquarzlampe, deren Brenner, wie man im allgemeinen Teil des Handbuches sehen kann, aus einem umgekehrten U mit rechtwinklig gebogenen Schenkeln aus Quarz besteht. In diesem Quarzrohr befindet sich auf beiden Seiten Quecksilber. Die Lampe wird durch langsames Drehen um ihre senkrechte Achse eingeschaltet, wodurch sich das Quecksilber der beiden Schenkel in der Mitte des U-förmigen Rohres trifft. Wenn man nun den Brenner wieder zur ursprünglichen Stellung zurückführt, trennt sich die Quecksilbersäule wieder, und der Bogen bildet sich, so daß die Lampe nun brennt. Das U-förmige Rohr ist in einen Quarzmantel eingeschlossen, der wiederum von einer Nickelhülse umgeben ist, in der vorne ein Quarzfenster angebracht ist, das

bei Anwendung der Lampe ohne Ansatzstücke gegen die zu behandelnde Stelle gepreßt wird. Die Lampe ist wassergekühlt und es muß eindringlich empfohlen werden, das Wasser vor Ein- und nach Ausschaltung der Lampe einige Minuten zirkulieren zu lassen.

Bei Anwendung der KROMAYER-Lampe muß man daran denken, daß der Brenner nur eine Lebenszeit von zirka 700 Brennstunden hat, und weiter muß man daran denken, daß die Leistungsfähigkeit der Lampe langsam sinkt, was

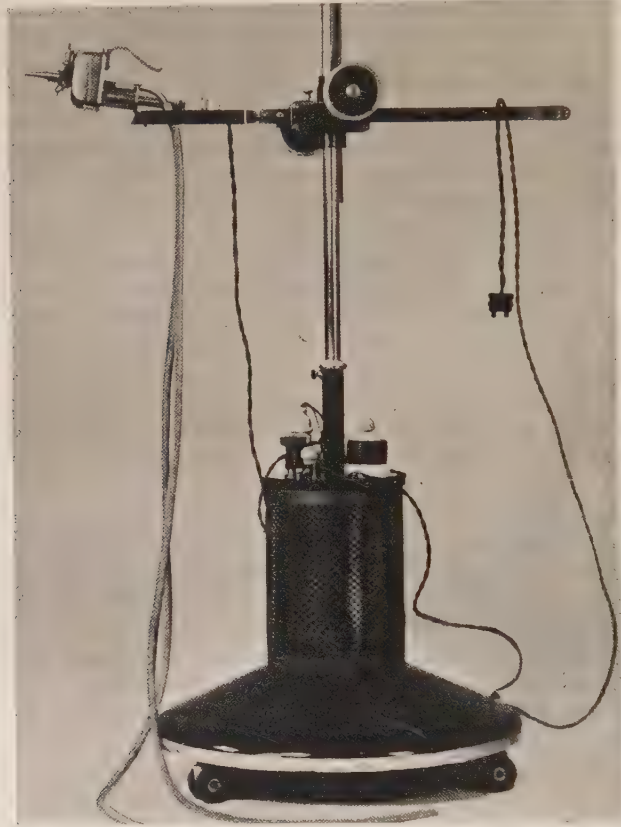


Abb. 8. Kromayer-Lampe auf dem Cemachschen Stativ

man bei der Behandlung ebenso berücksichtigen muß, wie früher beim Gebrauch der Quecksilberquarzlampen zur universellen Behandlung besprochen ist. Außerdem kann es geschehen, daß die Quarzkammer undicht wird; sie muß dann unverzüglich repariert werden. Es muß empfohlen werden, ständig die Wirksamkeit der Lampe zu prüfen, entweder durch eine photometrische Probe oder durch Beleuchtung eines Hautstückchens mit oder ohne Anwendung eines der besprochenen Dosimeter, um so festzustellen, daß die Lampe ständig Erytheme hervorrufen kann.

Das vordere Quarzfenster muß regelmäßig abgeschraubt und gereinigt werden, da es unter dem Gebrauch unklar wird, wodurch die Leistungsfähigkeit der Lampe herabgesetzt wird, da die Unklarheiten das chemische Licht absorbieren.

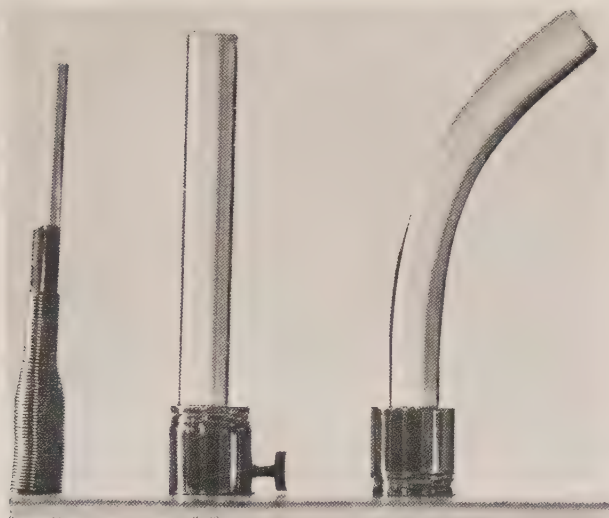


Abb. 9. Quarzansatzstücke nach Cemach

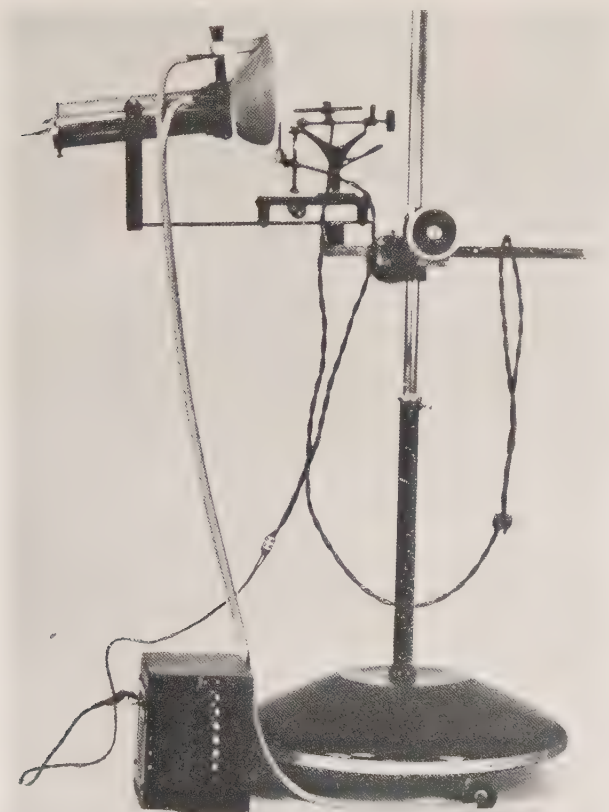


Abb. 10. Kohlenbogenlampe auf Cemach-Stativ
Hausmann-Volk, Handbuch der Lichttherapie.

Die Lampe ist zusammen mit einem Widerstand auf einem Stativ angebracht, das zum Gebrauch für besondere Zwecke den Nachteil hat, starr zu sein, ein Mangel, dem jedoch jetzt durch ein von CEMACH angegebenes Stativ abgeholfen ist, das durch Verwendung eines Zahnradsystems die Einstellung sowohl in horizontaler als auch senkrechter Ebene ermöglicht.

Abb. 8 zeigt die KROMAYER-Lampe auf dem CEMACHschen Stativ angebracht und mit einem Quarzstab versehen, der in CEMACHs federnden Haltern angebracht ist, die die Bestrahlung des Gehörganges und einzelner Partien der Nasenschleimhaut ermöglichen.

Um diese verschiedenen Quarzstäbe anbringen zu können, ist es nötig, vorne am Fenster einige Ansatzstücke mit verschiedenen großen Ausschnitten anzusetzen, die der Dicke der Quarzstäbe entsprechen. Von diesen Quarzstäben sind eine ganze Anzahl von CEMACH, SEIDEL, LEICHER u. a. angegeben, die zur Behandlung verschiedener Stellen des Zahnfleisches, Gaumens, der Tonsillen u. ä. dienen. Hinter den Quarzstäben befindet sich eine Anordnung, die die Filtrierung des Lichtes ermöglicht.

Abb. 9 zeigt einzelne Quarzansatzstücke, und links sieht man den Quarzstab zur Gehörgangsbehandlung in CEMACHs federndem Halter angebracht, der, wie man sagen muß, der Lichtbehandlung kein geringes Plus gebracht hat.

Sowohl das CEMACHsche Stativ wie seine verschiedenen Ansatzstücke lassen sich ebensogut für die Behandlung mit Kohlenbogenlicht anwenden, und man kann hiezu die früher erwähnten kleinen Kohlenbogenlampen von 6 und 10 Amp. benutzen.

Abb. 10 zeigt eine solche Kohlenbogenlampe zur oto-laryngologischen Behandlung eingerichtet. Die KROMAYER-Lampe brennt bei 220 Volt mit 4 Ampère; es gibt sie übrigens zu verschiedenen Spannungen.

Das Literaturverzeichnis findet sich nach dem Beitrag O. STRANDBERG, „Die Anwendung des Lichtes in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie“, S. 323 dieses Handbuches.

Spezieller Teil

Die Heliotherapie chirurgischer Erkrankungen

Von

Oskar Bernhard-St. Moritz

Mit 12 Abbildungen

Sonnenlicht und Klima

Wie im Abschnitt dieses Buches „Die historische Entwicklung der Lichttherapie“ ausgeführt worden ist, hat die moderne Sonnenlichtbehandlung im Hochgebirge ihren Anfang genommen und ist von da aus allmählich in die Ebene hinuntergestiegen.

Es war nun natürlich, daß man bei der geographischen Entwicklung der modernen Heliotherapie anfangs der Höhenzone einen fast ausschließlichen Wert beimaß, und daß die Wertschätzung der Sonnenbehandlung in der Ebene sich nur langsam durchzuringen vermochte. Die Sonne scheint aber überall über Gerechte und Ungerechte, und auch der kranke Mensch kann überall ihre Heilkraft erfahren, allerdings nicht allerorts im gleichen Maße.

Die Heliotherapie läßt sich von der Klimatherapie kaum trennen. Zwischen Licht und Klima bestehen innige Wechselbeziehungen. Darüber gibt uns die Meteorologie zwingende Aufschlüsse.

Die physikalische Geographie unterscheidet verschiedene Gruppen von Klimen. Soweit das Klima von der Menge der Sonnenbestrahlung, welche einem Orte seiner geographischen Breite nach zukommt, abhängig gemacht wird, spricht man von einem solaren Klima oder Lichtklima. Zu den bevorzugtesten Lichtklimen gehören: das Hochgebirge, die See, die Wüste und die Steppe. Unter diesen ist wohl das Hochgebirge das privilegierte.

Neben der geographischen Lage eines Ortes ist für die Wirksamkeit der Sonnenlichtbestrahlung auch eine trockene, klare, rauch- und staubfreie Luft von größter Bedeutung; denn Feuchtigkeit und Verunreinigung der Luft absorbieren zu einem großen Teil die Lichtstrahlen. Während des Durchganges durch die Atmosphäre, welche die Erdkugel bis zu einer Höhe von 320 km umgibt, erleidet die Intensität des Sonnenlichtes eine erhebliche Einbuße. Am meisten werden von dieser Abschwächung die chemisch wirksamen Strahlen betroffen, am wenigsten die Wärmestrahlen. Nach LANGLEY werden 39 bzw. 42% der violetten und ultravioletten Strahlen gegenüber 70 und 76% der roten und ultraroten Strahlen durch die Atmosphäre hindurchgelassen. Er gibt dafür folgende Tabelle:

ultraviolett.....	39%
violett	42%
blau	48%
grünlichblau.....	54%
gelb	63%
rot	70%
infrarot.....	76%

Untersuchungen von VIOLLE ergaben, daß die Abschwächung der Sonnenstrahlen auf der Höhe des Mont Blanc nur 6% beträgt, gegenüber 20 bis 30% am Meere.

Dieser große Gehalt der Hochgebirgssonne an ultravioletten Strahlen zwingt den Photographen zu einer kurzen Expositionszeit und zeigt sich den Hausfrauen von seiner unangenehmen Seite im rascheren Abblassen und Verschießen bunter Stoffe, Tapeten usw. Je mehr wir uns vom Meeresniveau vertikal entfernen, desto kräftiger ist die Bestrahlungsintensität.

Nach reinigenden Niederschlägen ist die Lichtintensität am höchsten. Jeder Regenguß reißt selbstverständlich Millionen Staubteilchen mit sich zu Boden. Mit noch viel größerer Gewalt nimmt ein Schneefall, besonders wenn er recht reichlich und dicht ist, alle Verunreinigungen der Luft mit sich. Da mit einer gewissen Höhe über dem Meer auch der prozentuale Anteil des Schnees an der gesamten Niederschlagsmenge zunimmt, ist dies für die Lichtintensität in den höheren Regionen von einer nicht zu unterschätzenden Bedeutung. Im Alpengebiet beträgt derselbe bei 1000 m 25%, bei 2000 m 60% und bei 3500 m 100%.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowohl die absolute wie die relative Feuchtigkeit, ist in der Höhe bedeutend niedriger als im Tiefland. Er beträgt in einer Meereshöhe von 1500 m nur noch 0,58 seines Wertes auf dem Meeresniveau.

Für die Nebelbildung kommt hauptsächlich die Nähe eines Ortes an großen Wasserflächen, Meer, Seen oder größeren Flüssen, in Betracht, namentlich auch an solchen, die im Winter nicht zufrieren und dann noch intensiver durch Verdunstung Feuchtigkeit abgeben, ferner seine Höhe über dem Meer. Man denke nur an das Nebelmeer der schweizerischen Niederung, das uns, wenn wir auf einer hohen Bergspitze weilen, als eine kalte, feuchte Unendlichkeit zu Füßen liegt, aus der Hunderte von Kuppen und kühnen Bergspitzen sonnendurchflutet in herrlichem Glanze dem tiefen Blau des Himmels entgegenragen. Die dünne Luft läßt da alles Schaubare mit äußerster Deutlichkeit zur Geltung kommen, so daß der Neuling hier oben die Entfernungen regelmäßig unterschätzt. Entfernte Gipfel oder Ortschaften erscheinen ihm ganz nahe. Auch die Intensität der Farben erleidet im Hochgebirge, soweit die Luft klar ist, kaum eine merkliche Abstufung. Selbst das Entfernte leuchtet hier in fast ungeminderter Farbglut.

Nach einem physikalischen Gesetz nimmt unter der Voraussetzung gleicher geographischer und tellurischer Verhältnisse ebenso wie die Intensität auch die Dauer der möglichen Bestrahlung mit der Höhe zu. So sieht man im Hochgebirge gegenüber räumlich gar nicht weit entfernten Orten der Ebene ganz erheblich höhere Werte und, was für die Sonnenlichtbehandlung sehr wichtig ist, namentlich in den Wintermonaten. Zürich notiert im Jahre (25jähriges Mittel) 1670 Stunden Sonnenschein, St. Moritz 1857; in den vier Wintermonaten (November bis Februar) 215 gegenüber 412 Stunden.

Dagegen nimmt aber die Luftwärme mit zunehmender absoluter Höhe ab. Darum kann die Insulationsbehandlung an hochgelegenen Orten, da sie weniger durch die Unbequemlichkeit und die Nachteile zu starker Erhitzung des Körpers infolge der umgebenden heißen Luft gestört wird, länger und mit weniger Risiko durchgeführt werden als in tieferen Regionen.

Eine große Rolle bei der Sonnenlichtbehandlung spielt auch der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen. Je näher derselbe einem rechten kommt, desto kräftiger wirken sie, wie jede andere Kraft, deren Angriffspunkt sich der Senkrechten nähert, auf die bestrahlte Fläche. Der Einfallswinkel der Sonnen-

strahlen ist namentlich für die nach Süden gelegenen Abhänge sehr günstig. Selbst die niedrig stehende Sonne des Winters vermag dort noch eine kräftige Erwärmung zu bewirken. Man spricht deswegen auch von einem „Abhangklima“. Hier anschließend möchte ich noch die verstärkte Intensität des Lichtes im Winter durch den Reflex von Schnee und Eis hervorheben.

Wie schon oben erwähnt, bildet auch das Wüsten- und Steppenklima vermöge seiner starken Insolation und der Trockenheit der Luft günstige Verhältnisse für die Sonnenlichtbehandlung. Allerdings hat die Wüste den großen Nachteil von gleichzeitig meistens sehr hoher Lufttemperatur, und dann wird die Intensität der chemischen Strahlung, weil die Atmosphäre gewöhnlich durch aufgewirbelten Sand verunreinigt ist, abgeschwächt. Ein Beweis dafür ist die Erfahrung von Photographen, welche in Ägypten trotz einer Fülle von Sonnenschein länger exponieren müssen als im Hochgebirge.

Was das See-, Insel- und Küstenklima anbelangt, das gerade in der Behandlung der Tuberkulose und speziell der chirurgischen von jeher eine große Rolle gespielt hat, so müssen wir hier neben den anderen Heilfaktoren, wie dem Salzgehalt der Luft usw., sicher auch der Lichtwirkung eine große Bedeutung zusprechen. So sagt LOEWY: „Vielleicht ist auf die starke Belichtung und nicht allein auf die gleichmäßige Temperatur und den höheren Feuchtigkeitsgehalt die Tatsache zurückzuführen, daß noch spät bis in den Herbst hinein die Vegetation an der Nordsee einen sommerlichen Charakter behält.“

HILLER bemerkt: „Auch bei bedecktem Himmel, wo das einfache Tageslicht von Wasser und Sand reflektiert wird, empfängt der Kurgast am Strande doch immer verstärktes Tageslicht durch die Reflexion.“ Und WIDMER geht sogar soweit, daß er Höhen- und Seeklima gewissermaßen identifizieren und beider Wirkung als Lichtwirkung auffassen will.

Der jüngsten Zeit verdanken wir zahlreiche exakte Lichtmessungen von anerkannten Forschern in den verschiedensten Klimen und Höhenlagen. Ich erwähne speziell die Namen STELLING, St. Petersburg, DORNO, Davos, WEBER, Kiel, WIESNER, Wien, RÜBEL, Zürich, GÖCKEL, Freiburg, GÖTZ, Arosa. Alle diese Meßresultate haben die Superiorität der Lichtintensität des Hochgebirges der Alpen gegenüber derjenigen der See, der Wüste und der Steppe klar bewiesen.

Die exakte Wissenschaft hat also wieder einmal zahlengemäß bestätigt, was die Empirie schon lange als richtig befunden hatte — die Empirie geht ja gewöhnlich dem Experiment voraus — nämlich, daß sich für die Sonnenlichtbehandlung am besten hochgelegene Gebirgsklimen eignen und hier wiederum die nach Süden abfallenden Bergabhänge.

Als FINSSEN seine berühmte Lichtbehandlung des Lupus einführte (siehe S. 8), dachte er auch schon an solche Vorteile, indem er schrieb: „Man wird hieraus ersehen, daß, wenn es sich um die Anlage einer größeren Lichtbehandlungsanstalt oder eines Sanatoriums für Lupuspatienten, besonders in südlichen Gegenden handelt, es sehr zweckmäßig sein würde, sie an hochgelegenen Orten anzulegen. Abgesehen von der großen ökonomischen Bedeutung, welche die Anwendung des Sonnenlichtes gegenüber dem elektrischen Licht hat, besteht da der Vorteil, daß man an einem solchen Ort auf Grund der großen chemischen Intensität des Lichtes sicher ganz anders günstige Resultate erreichen könnte, als es in unserem Lande mit dem Sonnenlicht zu erreichen möglich ist.“ Diese Prophezeiung FINSSENS hat sich auch in bezug auf die Therapie der Tuberkulose in weiterem Sinne als vollkommen richtig erwiesen.

Wo nur immer möglich, sollte zu lichttherapeutischen Zwecken das Hochgebirge benutzt werden. Auf dem europäischen Kontinent sind wir hierin ja

gut bestellt. Werfen wir einen Blick auf die Karte Europas, so sehen wir, daß von der iberischen Halbinsel bis zu den Karpathen sich eine fast ununterbrochene Gebirgskette hinzieht, und daß die Alpen in der Mitte der meisten Kulturvölker Europas liegen. Es ist also fast allen Nationen die Gelegenheit geboten, ihre Kranken ins Gebirge zu schicken. Die Errichtung von Sonnenheilstätten daselbst oder dann am Meere sollte im Programm aller Kulturstaaen sein.

Die sich stets mehrenden Stimmen, daß auch in der Ebene vorzügliche Resultate mit der Sonnenlichtbehandlung erzielt werden — ich möchte hier nur die Publikationen von VULPIUS aus der Anstalt Rappena bei Heidelberg und von BIER aus der Sonnenheilstätte Hohenlychen bei Berlin erwähnen — müssen das Herz eines jeden Heliotherapeuten erfreuen. Dennoch dürfen wir aber nicht vergessen, daß in der Ebene der Sonnenlichtbehandlung sowohl in bezug auf die Dauer, als auf die Intensität doch große Schranken gesetzt sind, und namentlich in den hyperboreischen Zonen.

Wie wir aber bei jedem Medikament auf die Qualität und Quantität der Droge schauen müssen, so gilt dies auch beim Licht.

Indikationen für die Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie

Die Indikationen für die Heliotherapie chirurgischer Affektionen und Leiden möchte ich, gestützt auf eine 25 jährige persönliche Erfahrung, folgendermaßen zusammenfassen:

1. Wunden:

- a) rein traumatische, wo man von vornherein auf eine prima reunio verzichten muß (Schußverletzungen, Riß- und Quetschwunden usw.);
- b) auf Zirkulationsstörungen oder trophischen Nervenstörungen beruhende (Ulcera cruris, Mal perforant du pied);
- c) Brand- und Frostwunden, Wunden infolge von Verätzung, Röntgenverbrennungen;
- d) Wunden durch Infektion (Phlegmonen, Panaritien, Furunkel, Karbunkel, Bubonen; jauchige und sonst langwierige Abszesse, wie perityphlitische, Mastitiden, Fisteln nach Empyemen usw.
2. Allgemeine Coli-Infektionen.
3. Osteomyelitis.
4. Knochenbrüche.
5. Syphilitische Geschwüre, welche trotz spezifischer Behandlung wenig Heilungstendenz zeigen.
6. Hautkarzinome.
7. Rachitis.
8. Das große Gebiet der chirurgischen Tuberkulose.

1. Wunden

Die Sonnenlichtbehandlung zeigt sich da am wirksamsten, wo es sich um eine mangelhafte Energie, um eine Atonie, in der Wundheilung handelt, sei es infolge allgemeiner Schwäche des verwundeten Individuums oder infolge schlechter lokaler Ernährungsverhältnisse vaskulären oder nervösen Ursprungs, dann nach schweren Infektionen oder nach intensiven physikalischen (Quetschungen, Verbrennungen, Erfrierungen) und chemischen (Verätzungen) Schädigungen des Gewebes. Hier ist die Sonne das beste und natürlichste Reizmittel,

um die Tätigkeit der schwer geschädigten Zellen wieder anzuregen und den Heilungsprozeß zu beleben, während sie anderseits krankhafte Zellen, worunter auch wucherndes Granulationsgewebe zu verstehen ist, schädigt bzw. in Schranken hält.

a) Schuß-, Riß- und Quetschwunden. Hier ist mir oft aufgefallen, wie unter dem belebenden Einfluß des Sonnenlichtes scheinbar ganz zerstörtes Gewebe sich wieder erholt hat, wie die Grenze des vermeintlich Toten sich viel weiter nach der Peripherie verschob, als man jeweils zu hoffen gewagt hatte, und wie bald nach Abstoßung der nekrotischen Partien durch eine gesunde, kräftige Granulationsbildung bei geringer Eiterung die Restitution sich einstellte. Öfters konnten, namentlich an Händen und Füßen, ganz schwer verletzte Teile, von denen man anfänglich glauben mußte, sie seien der Amputation verfallen, dank der Sonne erhalten werden.

Die Wunden werden entblößt und entweder im Freien, auf der Veranda oder sonst im Krankenzimmer am offenen Fenster bis zu mehreren Stunden täglich, allmählich mit der Expositionszeit steigend, der Sonne ausgesetzt und an bedeckten Tagen auch nur der Luft bzw. dem diffusen Tageslicht. Wenn es nötig wird, werden sie durch einen dünnen Mullschleier gegen Staub oder Fliegen geschützt, sonst aber ganz bloß gelassen. Ich wende die Sonne als solche an, ohne Konzentrierung der chemischen Lichtstrahlen und ohne Filtration der Wärmestrahlen nach FINSSEN; denn ich will alle Komponenten der Sonne, chemische Wirkung, Licht und Wärme, ausnutzen. Ich besonne zum erstenmal die Wunden 15 bis 20 Minuten lang, je nach ihrer Ausdehnung, um jeden folgenden Tag, je nach der Toleranz, um 10 bis 20 Minuten zu steigen, bis zu 3 bis 6 Stunden.

Ich halte viel auf eine langdauernde Bestrahlung und Luftaussetzung der Wunden, und da es sich hier in den meisten Fällen nur um eine lokale Besonnung handelt, brauchen wir mit der Steigerung in der Dosierung nicht so ängstlich zu sein, wie beim Vollsonnenbad. Nach der Besonnung bleiben die Wunden der Luft ausgesetzt.

Die Wunden werden unter dem Sonnenbad bald rein und trocken; die Granulationen feinkörniger und frischer, ja selbst stark sezernierende Geschwüre und Wundhöhlen, welche sonst einen mehrmaligen Verbandwechsel am Tage erheischen, ohne daß es gelingt, das eitrige Sekret von der Wunde vollständig zu entfernen, trocknen auf diese Weise in kurzer Zeit aus. Auffallend ist auch, wie bei überriechenden Wunden das Sekret bald geruchlos wird und einer „*Secretio bona et laudabilis*“ Platz macht. Die Wundfläche schwitzt ein klares Serum aus (Selbstwaschung der Wunde), das zu einer glänzenden, feinen, pergamentähnlichen, fibrinartigen Haut eintrocknet, welche gewöhnlich 24 bis 32 Stunden hält.

Interessant ist auch, wie sich tiefe Taschen- und Höhlenwunden, ebenfalls nach Ausfließen von klarer Lymphe, durch rasches Eintrocknen derselben und Verkleben bald schließen, was eine Drainage in der Mehrzahl der Fälle überflüssig macht.

Neben dieser energischen Sanierung der Wunden übt das Sonnenlicht auch eine große schmerzstillende Wirkung aus.

Mitunter findet eine eigentümliche Verhärtung des Überzuges statt. Er bekommt ein hornartiges, dickem, altem Pergament gleichendes Aussehen, so daß die Patienten oft ohne weiteren Verband sich in den Kleidern bewegen können. Infolge einer solchen übermäßigen Austrocknung verzögert sich die Heilung der Wunde und die Verkleinerung derselben macht dann nur geringe oder keine Fortschritte. So muß der Fibrinschorf an verschiedenen Stellen

gelüftet werden, um die Wunde wieder „arbeiten“ zu machen. Dies ist die einzige und gewiß nicht hoch anzurechnende Unannehmlichkeit, welche wir bei unserer Methode erlebt haben.

CONRAD BRUNNER, der sich sehr früh mit Interesse der Heliotherapie der Wunden angenommen hatte, faßt den Heilungsvorgang als eine Heilung unter dem Schoofe unter günstigen Bedingungen auf und sagt, „das Sekret trocknet bei der starken Verdunstung rasch ein, und unter der schützenden Decke des Schorfes schiebt sich der Epithelsaum über die schrumpfende Granulationsfläche hinweg“.

Andere Chirurgen, welche ebenfalls das Sonnenlicht zur Wundbehandlung anwenden, weichen diese Schorfe jeweilen mit Borwasser oder Wasserstoff-superoxyd auf; wieder andere empfehlen, über Nacht einen feuchten Umschlag aufzulegen, was mir nicht einleuchtet und auch überflüssig erscheint. Ich verstehe nicht, daß man am Tage die Trockenwirkung erzielen will, um sie in der Nacht durch Anwendung von Feuchtigkeit wieder aufzuheben.

Über Nacht oder zu Zeiten, wo die Wunden nicht der Sonne ausgesetzt werden, bedecke ich sie mit einer aseptischen Gazekompressen, die ich mit Heftpflasterstreifen oder einigen Bidentouren befestige, oder ich schütze sie mit eigens dazu konstruierten Drahtkörben von verschiedener Größe gegen die Reibung von Bett und Kleidern. Ich lasse ein feines Drahtgewebe auf Drainröhren von mehr oder weniger großem Kaliber, je nach der Größe des Korbes, annähen. Am Drainrohring werden Ösen angebracht zum Durchziehen von Bändern zur Befestigung des Korbes. Außer diesen Drahtkörben verwende ich auch bei ganz großen Wunden Drahtgestelle und bei den Gipsverbänden der offenen Knochenbrüche Drahtbogen (Brückengipsverband). Darüber kommt zum Schutze der Wunde gegen Staub oder Fliegenplage, was bei uns während des langen Winters natürlich ganz wegfällt, ein dünner Mullschleier. Empfehlenswerte Schutzvorrichtungen für die Wunden bei der Sonnenlicht- und offenen Wundbehandlung sind auch der von HÄRTEL angegebene Drahtschmetterling, der Dachpappenring nach KRUG und die Verbandringe von LÖRCHER. Ich verweise hierüber auf die betreffenden Publikationen.

Solange Wunden und Fisteln noch stark sezernieren, was zwar bei der Sonnenlichtbehandlung gewöhnlich nicht lange dauert, wird über Nacht eine entsprechend dicke Schicht steriler Gazekompressen aufgelegt.

Vom LISTERschen Okklusivverband im engeren Sinne bin ich bei eiternden oder jauchigen Wunden ganz abgekommen. Warum sollen wir das Sekret infizierter Wunden in dicken Verbänden zu Pfützen aufstauen, damit es sich wie in Brutkammern unter verstärkter Bakterienentwicklung zersetze. Wir leisten hier mit der Sonnen-Luft-Behandlung entschieden Besseres. Hingegen sollen wir uns aber auch hüten, zu weit zu gehen und diese offene Wundbehandlung auch auf Operationswunden oder sonst auf frische, nicht infizierte Wunden auszudehnen. Solche befinden sich nach wie vor besser unter dem Okklusivverbande.

Für die Patienten kann auch der Vorteil des selteneren Verbandwechsels nicht hoch genug eingeschätzt werden, namentlich in psychischer Hinsicht, da dadurch viel Schmerz und Angst vor Schmerzen wegfallen. Für sie oder den Fiskus kommt auch noch die große Ersparnis an Verbandmaterial in Betracht.

Sekundäre Infektionen habe ich bei dieser Methode nie gesehen; wir wissen ja, daß intakte Granulationen dem Eindringen von Fäulnisregnern, also von Spaltpilzen usw., in den Organismus einen wesentlichen, sehr bedeutenden Widerstand entgegensetzen. Ein genaues Beobachten der Wunden und ein

sorgfältiges, von richtigem chirurgischen Denken geleitetes Vorgehen ist aber auch bei der Sonnenlichtbehandlung von Wunden strenge Bedingung.

Von großem Wert ist diese Sonnenlichtbehandlung bei solchen granulierenden Wunden (z. B. Brandwunden, *Ulcer cruris*), wo noch Epithelinseln da und dort übrig geblieben sind, welche, wenn die Wunde feucht bleibt und stark sezerniert, meistens mazeriert und weggeschwemmt werden. Daß die Erhaltung solcher Hautinseln für die Heilung der Wunde von großem Wert ist, braucht nicht erst gesagt zu werden.

Eine merkwürdige Erscheinung bei dieser Behandlung ist, daß auf granulierenden Wunden, wo man keine Spur mehr von Epithel sah, nach einigen Tagen sich plötzlich da und dort ein kleines Inselchen zeigte. Es scheint, daß kleinste übriggebliebene, unsichtbare Epithelpartikelchen durch die Sonne wieder belebt und zur Tätigkeit angeregt worden sind. Bei großen Schleimhautwunden, die ich besonnt habe, z. B. bei alten Geschwüren am Muttermunde (mittels *Cusco-Specula*) habe ich auch den Eindruck gewonnen, daß Epithelzellen aus der Nachbarschaft zuweilen an die Wunde angeschwemmt werden, dort bei der Eintrocknung unter der Sonne haften bleiben und dann wachsen. Nur so kann ich mir die Erscheinung erklären, daß auf einmal mitten in einem großen alten Geschwür eine oder mehrere Epithelinseln sich auftun; an eine Umwandlung von Granulationen in Epithel wird heute wohl niemand mehr glauben.

Durch die Experimente von UNNA, MÖLLER, GRUND u. a. wissen wir, daß das Licht einen großen wachstumsfördernden Einfluß auf die Horngebilde, Nägel, Haare und Epidermis ausübt. Diese Hyperplasie der Epidermis unter dem Lichteinfluß zeigt sich auch in einer kräftigeren Epithelisierung der Wunden, welche in den meisten Fällen, ja auch in solchen, wo man geradezu versucht gewesen wäre, zu transplantieren, zu einer guten elastischen Vernarbung ohne Narbenkontraktur führt, namentlich wenn man während der Heilung noch durch orthopädische Maßnahmen, Streckung usw. einer solchen vorzubeugen strebte. So zeigte sich z. B. bei einem Falle von *Bursitis olecrani septica* mit großem Hautdefekt und ebenfalls bei einem solchen über der Patella infolge von Trauma keine Spur von Kontraktur, trotzdem sie hier sehr zu befürchten war; auch blieben Kontrakturen öfters bei schweren Brandwunden am Hals oder in der Nähe von Gelenken aus.

Ich habe immer wieder den Eindruck, daß sich unter der Besonnung der von den Wundrändern ausgehende Epidermissaum schneller verbreitet als sonst, auch ist er kräftiger und von intensiverem, bläulich-violettem Kolorit. Dasselbe konstatierte auch GOLDAMMER, welcher bei mir im Jahre 1911 die Heliotherapie studiert hatte und dann in den Balkankriegen 1912/13 ausübte, indem er schreibt: „Bei alten Wunden sind nach zwei oder drei Sitzungen die schwammigen Granulationen verschwunden, und geradezu mit dem Zentimetermaß von Tag zu Tag meßbar, schiebt sich von allen Seiten das Epithel vor.“

Diese Anregung der Epidermisierung durch das Sonnenlicht unterstützt auch sehr die Hauttransplantationen, sei es bei der REVERDINSCHEN Epidermispropfung, bei den Transplantationen von Hautlamellen nach THIERSCH oder von Lappen der ganzen Haut nach KRAUSE. Stets zeigt sich ein rasches, inniges Ankleben der transplantierten Hautstücke an die trockene, granulierende Wundfläche und lebhaftes Sprießen von Epithelzellen von den Transplantaten aus.

Die Wirkung der Besonnung auf die Wunden ist aufzufassen als eine direkte aktinische Schädigung der Mikroorganismen und ihrer Toxine, als eine ebenfalls auf aktinischem Einfluß beruhende Anregung der Epithelisierung, als eine wahrscheinlich auch den chemischen Strahlen zukommende analgetische Wirkung,

sodann als eine durch aktive Hyperämie bedingte Besserung der lokalen Ernährungsverhältnisse, die sich in zahlreichen gesunden Granulationen kundgibt, und als eine infolge Austrocknung und somit Verschlechterung des Nährbodens indirekt bakterienschädigende Wirkung. Ferner dürften durch die von der strahlenden Wärme erzeugte tiefgehende Hyperämie den Heilungsprozeß günstig beeinflussende Stoffe des Serums angehäuft werden. Auf Grund allerneuester Forschungsergebnisse ist auch anzunehmen, daß durch das Sonnenlicht wichtige Stoffe des Organismus (vgl. S. 11 und 177/178) aktiviert werden und ebenfalls zu der Heilung mitwirken.

Unterstützt wird diese Sonnenwundbehandlung bei uns noch besonders durch die trockene Luft des Hochgebirges.

Im letzten Weltkrieg wurde die Sonnenlichtbehandlung der Wunden wieder intensiv aufgenommen. Ich selbst habe im Auftrag des Sanitätsamtes des 14. deutschen Armeekorps im Bad Dürkheim (Bad. Schwarzwald, 720 m ü. M.) im Jahre 1915 eine Sonnenheilanstalt für verwundete und kranke Krieger eingerichtet. Die Erfolge daselbst waren sowohl bei der Behandlung von Wunden mit schlechter Heiltendenz als bei der chirurgischen Tuberkulose vorzüglich. An die erste Anstalt schlossen sich noch andere Militär-Sonnenlazarette auf dem Dürkheimischen Hochplateau an, und in der Folge kamen zu dieser Spezialbehandlung Verwundete und Kranke aus der ganzen deutschen Armee dorthin. Instinktiv fühlten die Patienten die Wohltat der Sonne, und sie drängten sich an jeden Sonnenstrahl. Lebenslust und Wille zum Gesundwerden erstarkten, und es zeigte sich bei diesen Sonnenpatienten, wenn sie auch noch so schwere Wunden aufwiesen, eine viel bessere psychische Verfassung, als man sie bei ungefähr gleichschwer Verletzten in den gewöhnlichen Lazaretten und in den Spitälern beobachten konnte.

b) Variköse Geschwüre und solche trophoneurotischer Natur. Die Sonnenlichtbehandlung gibt speziell beim Ulcus cruris und beim chronischen Ekzem infolge von Varizen gute Resultate. Unter ihrem Einfluß werden die lokalen Ernährungsverhältnisse gebessert, die infolge von Stauung entstandene chronisch seröse Infiltration der Haut geht zurück, durch Verminderung der Schmerzen und des Juckreizes fällt das schädliche Kratzen weg, und das Ekzem verschwindet allmählich. Tiefgreifende Ulcera werden unter der Sonne von ihrem schmierigen Belag gereinigt, verlieren ihren torpiden Charakter, schöne Granulationen sprossen hervor, die Kallositäten der Ränder flachen sich ab, und die Geschwüre überhäuten sich schneller als bei jeder anderen Methode. Daß die Sonnenbehandlung unter der üblichen Hochlagerung des Beines stattfindet und durch Anlegung elastischer Binden unterstützt wird, ist selbstverständlich. Dieselbe gute Wirkung der Sonnenbestrahlung sah ich auch bei jenen tiefgehenden Geschwüren an der Fußsohle oder den Zehen bei Tabes, dem „Mal perforant du pied“, und ebenso bei Druckgeschwüren infolge schwerer Nervenverletzungen.

c) Verbrennungen, Erfrierungen, Verätzungen und Röntgenverbrennungen. Bei großen und eiternden Wunden nach einer Verbrennung II. oder III. Grades oder nach Verätzungen durch Säuren und Alkalien ist die Sonnenbehandlung meistens von großem Segen. Die Wundflächen reinigen sich bald durch Abstoßung des nekrotischen Gewebes und bedecken sich mit einem feinen Fibrinhäutchen, das sie unempfindlich macht. Der für die Patienten so peinliche Verbandwechsel fällt größtenteils weg. Unter der Eintrocknung bleiben da und dort noch Epithelinseln erhalten, die, unterstützt von kräftig wachsendem Epithelsaum, den die Wundränder liefern, eine verhältnismäßig rasche Überhäutung und gute, weiche und elastische Vernarbung besorgen.

Auch bei den so gefürchteten Röntgenverbrennungen habe ich bisweilen sehr gute Erfolge gehabt. Es gelang der Sonne, allerdings erst nach wochenlanger Anwendung, den Schaden, den die Röntgenstrahlen verursacht hatten, wieder gutzumachen. Bei schweren Zerstörungen durch Röntgenstrahlen versagt aber

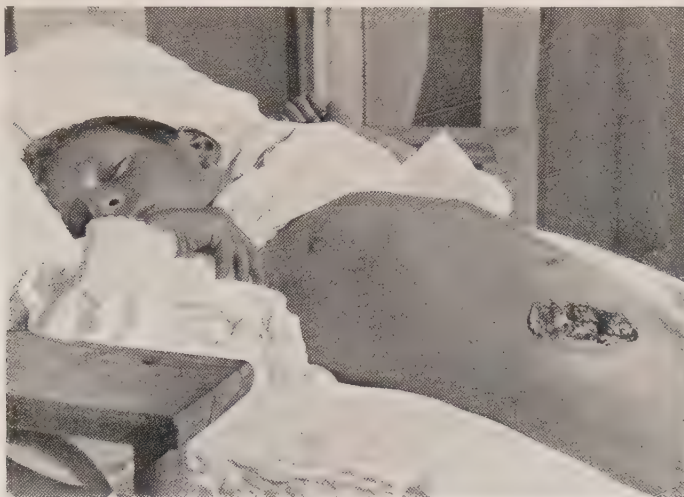


Abb. 1. Bauchdeckenabszeß nach operierter Appendicitis perforativa



Abb. 2. Derselbe Fall, mit feiner Narbe geheilt nach sechs Wochen, unter Insolation

auch die Heliotherapie meistens. Ihre Reizwirkung vermag in dem zerstörten Gewebe keine Heiltendenz mehr hervorzurufen. Es ist, als ob die Röntgenstrahlen mit jeglicher Vitalität in dem von ihnen betroffenen Gebiete gründlich aufgeräumt hätten.

d) Wunden durch Infektion. Bei Wunden durch Infektion ist die Heliotherapie ein vorzügliches postoperatives Hilfsmittel, welches den Heilungs-

prozeß sehr abkürzt. Gangränöse Partien bei Phlegmonen und Karbunkeln stoßen sich leichter und rascher als sonst ab, die Höhlen und Krater füllen sich bald mit guten Granulationen aus. Große, jauchige perityphlitische und enorme subphrenische Abszesse, ferner langwierige Mastitiden, deren Inzisionswunden und Fisteln einfach nicht versiegen wollten, habe ich merkwürdig rasch unter der Einwirkung der Sonne ausheilen sehen. Sehr schöne Erfolge erlebte ich auch bei spontanen und postoperativen Empyemfisteln septischer oder tuberkulöser Natur und namentlich auch bei den so ungünstigen intralobulären Empyemen.

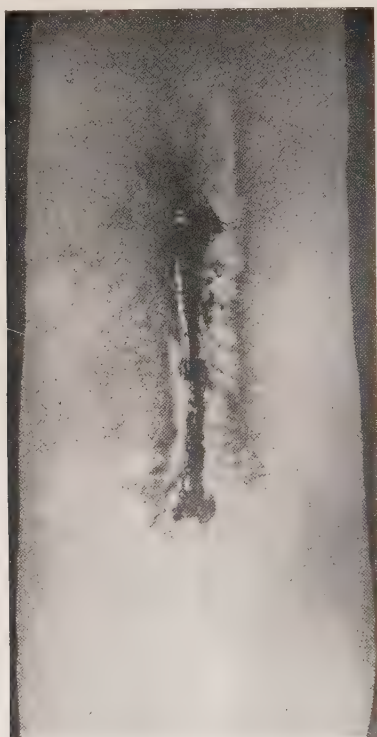


Abb. 3. Osteomyelitis femoris acuta purulenta. Besonnung der eröffneten Markhöhle; in Heilung begriffen



Abb. 4. Derselbe Fall, geheilt 6 1/2 Wochen nach der Operation

Die Sekretion nimmt bald nach den ersten Bestrahlungen ab, das Sekret bessert sich, und bald zeigen sich schöne, gesunde Granulationen. Äußerst übelriechende Wunden verlieren früh, oft nach ein bis zwei Tagen ihren Geruch; namentlich frappant zeigt sich dies bei durch das *Bacterium coli commune* erzeugten Infektionen.

2. Allgemeine Coli-Infektionen

In den letzten Jahren kam es mehrmals vor, daß man mir Patienten mit folgendem Symptomenkomplex und mit der Diagnose Urogenitaltuberkulose zur Heliotherapie zugeschickt hat: Epididymitis uni — selten auch bilateralis, schmerzhaftes Schwellen eines oder beider Prostatalappen, Cystitis. Das Charakteristische an dieser Trias waren periodische Remissionen mit zurück-

gehenden Schwellungen von Hoden und Prostata und Schwinden des Blasenkatarrhs, gefolgt nach kürzeren oder längeren Intervallen von plötzlichen mit hohem Fieber und Hämaturie einsetzenden Exazerbationen. Jedesmal konnte ich dieses Leiden auf eine Coli-Infektion zurückführen. Unter Heliotherapie, verbunden mit innerlich verabreichten Desinfizienzen, Salol, Urotropin, Kreosot usw. trat immer Heilung ein. Auch bei Fällen von Coli-Infektion mit Gelenkschwellungen und Ergüssen (Coli-Rheumatismus), die mir als Poncet zugeschickt worden waren, waren die Erfolge der Sonnenlichtbehandlung überraschende.

3. Osteomyelitis

Bei der akuten eitrigen Osteomyelitis habe ich einige zweifellos diagnostizierte Fälle unter lokaler und allgemeiner Insolation mit gleichzeitiger Immobilisation ausheilen sehen, ohne daß es zu einer Operation kam. Dies sind aber Ausnahmen. Gewöhnlich benutze ich das Sonnenlicht post operationem. Da hat es sich stets als ein die Heilung sehr förderndes Hilfsmittel erwiesen. Ich lasse die Sonne ausgiebig in die eröffnete Markhöhle hineinscheinen.

In den letzten Jahren hatte ich öfters Gelegenheit, Patienten mit multiplen Lokalisationen chronischer, purulenter Osteomyelitis zu behandeln, welche infolge ihrer Krankheit und vielfacher chirurgischer Eingriffe sehr heruntergekommen waren. Manche derselben, meistens waren es Knaben, machten den Eindruck von Patienten, die an multipler chirurgischer Tuberkulose leiden, hätten nicht die mikroskopische Untersuchung und der Tierversuch die Osteomyelitis zweifellos festgestellt. Auch hier zeigte sich die Sonnenbehandlung sehr nützlich. Tiefgehende Fisteln versiegten allmählich und schlossen sich; neue Herde in der Markhöhle traten selten mehr auf, und Aufmeißelungen oder Knochenpunktionen wurden weniger mehr notwendig. Meistens ging ich nur dann auf den Herd los, wenn er in der Epiphyse und in Gelenksnähe saß. Hin und wieder mußten noch periostale Abszesse geöffnet werden. Ich bekam den Eindruck, daß die Lokalisationen bzw. die Eiterherde oberflächlicher wurden, d. h. mehr periostalen Charakter annahmen. Sämtliche Patienten haben ihre chronische ostale Septikämie überwunden und sind ausgeheilt. Seren wurden keine angewandt.

4. Knochenbrüche

Bei schwer heilenden Knochenbrüchen übt das Sonnenlicht auf die Kallusbildung einen fördernden Einfluß aus. Damit dürfte auch die Beobachtung französischer Militärärzte übereinstimmen, daß Verwundete mit Knochenbrüchen, welche in den Ecken der Baracken gelegen hatten, wo die Sonne nicht hinkam, bedeutend langsamer heilten, als solche, deren Betten der Sonne ausgesetzt waren. Speziell günstig im Sinne der Kallusbildung erwies sich mir die Besonnung von komplizierten Frakturen, wobei ich die Knochenwunde direkt bestrahle. Hier wirkt die Sonne außer durch Anregung der Kallusbildung auch günstig auf die Wundheilung als solche.

5. Syphilitische Geschwüre

Bei torpiden syphilitischen Geschwüren, welche trotz vorausgegangener oder gleichzeitiger spezifischer Behandlung eine geringe Heilungstendenz zeigen, wende ich immer als ein die Heilung unterstützendes Mittel auch die Sonnenbehandlung an. Meistens säubern sich die schmierigen Wundflächen bald, die Infiltration der Geschwürränder geht zurück, die Ränder werden flacher und beginnen einen Epithelsaum zu bilden, worauf sich die Wunde allmählich über-

häutet. Am schönsten sieht man diese auffallende Besserung an den sonst so langwierigen und hartnäckigen zerfallenen und verschwärten Gummien des Unterschenkels mit ihren, oft wie mit einem Locheisen herausgeschlagenen, tiefen Geschwüren.

6. Hautkarzinome

Wenn wir von Karzinomen und deren Behandlung mit Sonnenlicht sprechen, so kann es sich natürlich nur um Epitheliome der Haut handeln, und jedenfalls kann man, wenn man von einer blutigen Operation absehen will, durch Anwendung von Röntgenstrahlen und anderer starker Lichtquellen oder von Substanzen von großer aktinischer Potenz einen schnelleren Erfolg erzielen. Ich persönlich bin bei der Therapie der Karzinome ein absoluter Anhänger des Messers und wende die Sonnenbehandlung nur als eine unterstützende nach der Operation an. Ich habe öfters nach Operationen von Haut- und Mammakarzinomen die offene Wundfläche oder auch das durch die Naht geschlossene Operationsgebiet nachträglich intensiv der Sonne ausgesetzt und den Eindruck gewonnen, daß dadurch Rezidive verhütet werden. Es ist sicher nicht von der Hand zu weisen, daß die Sonne imstande sei, zurückgebliebene Krebsnester zu zerstören. So fand HOCHENEGG, daß nach energischer Sonnenkur die für die Disposition zur Karzinose charakteristische FREUNDSCHE Reaktion verschwindet.

Hier möchte ich einer weit verbreiteten Ansicht entgegentreten, welche atmosphärische Einflüsse, Sonne und Luft, in Beziehung mit dem bei Landbewohnern häufiger als bei Städtern auftretenden Hautkarzinom bringen will (THIERSCH). Ich habe bei unseren zahlreichen Wegmachern, Postillionen und Postkondukteuren auf den Alpenpässen, die allen Unbilden der Witterung und nebenbei der intensivsten Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, nie ein Hautkarzinom des Gesichtes oder der Hände gesehen. Der ebenfalls zur Stütze obiger Ansicht erwähnte Seemannskrebs beruht wohl auf chronisch einwirkenden entzündlichen Reizen und Schädigungen durch chemische Substanzen, häufiges Gepeitschtwerden mit der Salzflut und hauptsächlich wohl auf Teerwirkung, wie bei den Arbeitern in Paraffinfabriken (Paraffinkrebs).

Heilungen von Hautkarzinomen rein nur durch Sonnenlicht verzeichnen HIRSCHBERG (Frankfurt), bei welchem durch einen Aufenthalt in Caux nur unter dem Einfluß der Sonne ein Epitheliom am eigenen Ohr abheilte, und WIDMER (Zofingen), welcher bei einer 80jährigen Frau ein Karzinom am Handrücken und bei einem 73jährigen Mann ein solches an der Nase heilen sah. Im letzteren Falle war vom pathologischen Anatomen LANGHANS (Bern) an einem Probexzisionspräparat die Diagnose auf Plattenepithelkrebs zweifellos festgestellt worden.

7. Rachitis

Hier anschließen möchte ich noch eine Krankheit, welche mehr den Grenzgebieten angehört, die Rachitis.

Die Studien über die Ätiologie und Therapie der Rachitis haben auch in allerneuester Zeit zu großartigen lichtbiologischen Entdeckungen geführt, wie schon S. 11/12 erwähnt worden ist.

Diese Entwicklungskrankheit der Knochen beruht auf allgemeinen Ernährungsstörungen der Kinder einerseits, anderseits und in erster Linie auf Mangel an Licht und frischer Luft. Die Rachitis ist in der Hauptsache eine Krankheit der Armen. Zur Erhärtung der Entstehung der Rachitis wegen Mangels von Licht und guter Luft möchte ich hier folgendes anschauliche Beispiel nochmals anführen, das ich schon vor vielen Jahren veröffentlicht habe:

Im kleinen Bergdorfe Bivio am Julierpaß, 1776 m ü. M., konnte ich beobachten, daß beinahe alle im Herbst geborenen Kinder, die während des fast neun Monate langen Winters mit seinem dort durch häufige Schneestürme strengen Regiment kaum einmal aus den dumpfen Häusern mit den schießschartenähnlichen Fensterluken ins Freie gebracht werden, mehr oder weniger ausgeprägte Zeichen von Rachitis zeigten, während die im Frühling geborenen, welche von den Eltern bei der Feldarbeit mit hinausgenommen werden und fast den ganzen Tag Sonne und Licht genießen können, davon verschont blieben.

Neben gleichzeitiger zweckmäßiger Ernährung und Darreichung von die Knochenbildung unterstützenden Medikamenten (wie Lebertran, Kalk, Phosphor, Eisen, Arsenik) habe ich bei der Rachitis stets eine intensive Sonnenlicht- und Freiluftkur durchgeführt. Die meisten meiner rachitischen Patienten sind unter den Strahlen der Sonne restlos ausgeheilt, ohne Verkrüppelung des Thorax und der Wirbelsäule und ohne die schlimmen Komplikationen infolge Verlagerung oder falscher Belastung lebenswichtiger Organe und ohne Wachstumsfehler des Beckens, welche für das weibliche Geschlecht oft so verhängnisvoll werden, und ebenso ohne Deformation der Gliedmaßen.

Wahrscheinlich aus gleichen Voraussetzungen führte im Jahre 1919 K. HULDSCHINSKY im BIESALKISCHEN Berliner Krüppelheim die Ultraviolett-Therapie der Rachitis ein. Schon innerhalb weniger Wochen sah er die weichen schmerzhaften Knochen unter den Strahlen der Quarzlampe hart werden und die betreffenden Kinder genesen.

PEEMÖLLER hat in einer groß angelegten Untersuchung gezeigt, daß derselbe Spektralbezirk, den HAUSER und VAHLE als für die Pigmentierung bedeutend gefunden haben, auch für die Rachitis wichtig ist. Die Strahlen über 320 M. M. sind völlig unwirksam. Die Wirksamkeit der verschiedenen Lichtquellen entfaltet sich, parallel ihrer Intensität, in dem Spektralbezirk um 300 M. M. Neuere experimentelle Untersuchungen wollen durch die Belichtung eine Vermehrung des Kalkgehaltes des Blutes festgestellt haben.

Durch die Ergebnisse der Forschungen PEEMÖLLERS wird die günstige Beeinflussung der Rachitis durch die an ultravioletten Strahlen reiche Hochgebirgssonne auch experimentell erklärt.

Die physiologische Erklärung für obige durch die Erfahrung erhärteten Tatsachen harrete aber noch der Lösung. Schon in meinem Buch „Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie“, II. Auflage, Stuttgart, Ferdinand Enke, 1923, hatte ich auf die Wechselbeziehungen zwischen Lichtpathologie und Mangel an Vitaminen hingewiesen und den Gedanken geäußert, daß die Vitamine berufen sein werden, Lichterkrankungen zu verhüten oder zu heilen. Es kommen hier sowohl optische Sensibilisationskrankheiten, d. h. pathologische Lichtempfindlichkeit (Pellagra), wie umgekehrt Lichtentzugskrankheiten, d. h. Empfindlichkeit gegen Lichtmangel (Rachitis), in Betracht.

Forschungen über die Rachitis aus den letzten zwei Jahren (1925/26) von ALFRED HESS und anderen amerikanischen Gelehrten haben dann die Frage restlos in diesem Sinne gelöst und gleichzeitig auch zu einer epochmachenden Entdeckung geführt. Ihre Mitteilungen, daß sie künstlich rachitisch gemachte Ratten in kurzer Zeit einfach dadurch geheilt hätten, daß sie Rattenfutter vorher mit ultraviolettem Licht bestrahlt hätten, wurden anfangs von der Wissenschaft mit großem Mißtrauen aufgenommen, aber bald durch an vielen wissenschaftlichen Instituten vorgenommene Kontrollversuche durchwegs bestätigt. Dadurch wurde eine neue, bisher unbekannt gewesene Fähigkeit des Lichtes enthüllt, nämlich tote Gegenstände,

wie Nahrungsmittel und Medikamente, zu aktivieren und so eine indirekte Lichtheilwirkung auszuüben. Als leicht aktivierbar erwiesen sich Pflanzenöle, Milch, Rahm, Butter und eine große Anzahl anderer Nahrungsmittel. Seltensamerweise nehmen durch die Bestrahlung die meisten dieser Nahrungsmittel einen eigentümlichen, an Lebertran erinnernden Geruch und Geschmack an. Gewöhnliches Olivenöl, Milch usw. werden durch die Bestrahlung antirachitisch aktiv. Man spricht deshalb z. B. auch von „jekorisierte“ Milch. Letztere findet heute als „aktivierte Trockenmilch“ eine ausgedehnte Anwendung in den Kinderkliniken bei der Behandlung der Rachitis.

Es hat sich dann herausgestellt, daß sämtlichen durch Licht aktivierbaren organischen Stoffen ein ganz bestimmter Körper, das Cholesterin oder Cholesterol, beigemengt ist. Das Cholesterin scheint der Angelpunkt zu sein, um den sich die Heilung der Rachitis dreht (E. WIELAND).

Ganz kürzlich stieß der Göttinger Chemiker WINDAUS bei Untersuchungen der Sterine auf den chemischen Stoff Ergosterin und fand, daß derselbe mit einem sogenannten Provitamin identisch sei. Dies wurde auch bestätigt durch die völlig gleichen Absorptionsspektren der beiden. Durch Bestrahlung mit ultravioletttem Licht entstehe aus dem Ergosterin das antirachitische Vitamin. Mit einer Dosis von zweitausendstel Milligramm bestrahlten Ergosterins ist es ihm gelungen, rachitische Ratten in drei Wochen völlig zu heilen.

Gehen wir nun von diesen indirekten Lichtwirkungen bei der Rachitis wieder zurück auf die schönen Erfolge der direkten Bestrahlung rachitischer Individuen, so dürfte man diese Erfolge damit erklären, daß das Licht aus dem im Hauttalg enthaltenen Cholesterin ebenfalls ein antirachitisches Vitamin bildet, welches dann durch Resorption seine Wirkung auf den Mineralstoffwechsel im Sinne von Kalk- und Phosphoransatz entfaltet.

Eine Lichtaktivierung können wir ebenfalls für das Cholesterin im Lebertran, dessen heilende Eigenschaften bei Rachitis und Tuberkulose empirisch schon altbewährt sind, annehmen und seine Wirksamkeit letzten Endes auf das Sonnenlicht zurückführen.

Für die Heliotherapie bedeutet die Aufdeckung solcher innigen Beziehungen zwischen dem Sonnenlichte und der Umbildung wichtiger Stoffe im Organismus den Beginn einer neuen Epoche.

8. Chirurgische Tuberkulose

Die größten Triumphe feiert die Sonnenlichtbehandlung bei der chirurgischen Tuberkulose, namentlich im Hochgebirge, unterstützt auch durch dessen andere klimatische Faktoren.

Die chirurgische Tuberkulose ist heute das Gebiet der Sonnenlichtbehandlung. Sie ist der früheren radikal-operativen Therapie zum größten Teil entzogen und der Domäne des Klimatherapeuten und Orthopäden eingereicht worden. Es hatte lange Zeit gedauert, bis die Erkenntnis sich Bahn gebrochen hatte, daß die Tuberkulose, wenn sie sich auch häufig nur in einzelnen Lokalisationen sichtbar macht, ein allgemeines Leiden ist. Die Therapie der Tuberkulose, in welchem Organ sie sich auch zeigen mag, darf daher nie nur allein auf das lokale Leiden gerichtet sein, sondern sie muß zu gleicher Zeit eine allgemeine und roborierende des tuberkulösen Individuums sein. In diesem Sinne habe ich schon vor bald 40 Jahren die klimatisch-diätetische Behandlung, welche sich schon viele Jahre lang bei der Lungentuberkulose so außerordentlich gut bewährt hatte, auch für die übrige Tuberkulose gefordert.

Nachdem ich die Freiluftkur bei der chirurgischen Tuberkulose fast zwei Dezennien mit bestem Erfolg durchgeführt hatte, habe ich dann im Jahre 1902, wie schon S. 9 erwähnt, dieser klimatisch-diätetischen Therapie noch als weiteres Heilagens die direkte Besonnung beigelegt. Diese Behandlung ist bald Allgemeingut geworden, dank der überraschenden und unerwarteten Erfolge.

Die Wirkung der Freiluft- und Sonnenkur auf die chirurgische Tuberkulose ist sowohl eine allgemeine als eine örtliche. Die Gesundung des Körpers und die Heilung der Herde gehen nebeneinander vor sich. Auffallend ist oft die rasche Änderung des Allgemeinbefindens und die bedeutende Gewichtszunahme. Bei fiebernden Patienten, namentlich bei solchen mit Mischinfektionen, tritt fast ausnahmslos bald eine totale Entfieberung ein, die dann dauernden Normaltemperaturen Platz macht. Sehr bald zeigt sich auch die analgesierende Wirkung der Insolation, die Schmerzen hören auf, die

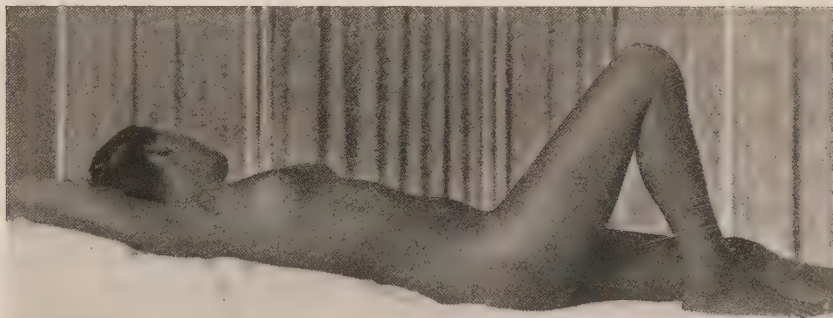


Abb. 5. 19jähriges Mädchen, an multiplen tuberkulösen Lymphomen leidend, kam abgemagert und elend zur Behandlung. Geheilt nach zehnmonatiger Sonnenbehandlung. Schöner, voller Körper mit glatter prächtiger Bronzehaut

Patienten kommen zur Ruhe. Der leidende Ausdruck verschwindet und weicht einem gesunden, frischen und fröhlichen. Nach einigen Monaten sind Kinder, die fast zum Skelett abgemagert, mit greisenhaftem Ausdruck, leidendem Blick, welker, schlaffer, hängender Haut und dabei oft mit infolge von Atonie der Darmmuskulatur unmäßig aufgetriebenem Bauch zur Behandlung kamen, kaum mehr zu erkennen. Die schön gebräunte Haut hat ihren gesunden Turgor wieder erhalten und der Körper durch Fettansatz und Kräftigung der Muskulatur seine normale Form wieder angenommen. Man sieht ganz überraschende Gewichtszunahmen und hat wieder frische, vergnügte und gesunde Kinder vor sich. Aber auch bei Erwachsenen, selbst bei alten Leuten, sieht man ganz auffällige Veränderungen im Allgemeinbefinden in verhältnismäßig kurzer Zeit, natürlich aber gewöhnlich nicht so augenfällig wie bei dem leicht reagierenden kindlichen Organismus. Hand in Hand damit geht die Besserung und Heilung der Lokalleiden.

Knochen- und andere Fisteln versiegen oft nach spontaner Elimination von Sequestern. Die erkrankten Gelenke zeigen wieder normale Konturen und öfters auch vollständige Wiederkehr ihrer normalen Funktion.

Die günstigen Wirkungen der Sonnenbestrahlung bei der Tuberkulose, wobei sowohl die Wärme- wie die chemischen Strahlen in Betracht kommen, dürften wir heute folgendermaßen deuten:

Bei den oberflächlichen Formen und der offenen, mit Wunden und Fisteln einhergehenden, chirurgischen Tuberkulose wirkt das Licht aktinisch wahrscheinlich direkt bakterizid und thermisch, durch Austrocknung indirekt bakterienschädigend. Ferner regt es ebenfalls auf aktinischem und wahrscheinlich auch auf thermischem Weg die Epithelisierung der Wunden und Geschwüre an. Sodann dürfte die von der strahlenden Wärme erzeugte tiefgehende Hyperämie, ähnlich wie die Biersche Stauung, durch Anhäufung von günstig wirkenden Stoffen des Blutserums den Heilungsprozeß beeinflussen.

Für tieferliegende Herde, namentlich für die geschlossene Tuberkulose, kommt dann noch hauptsächlich eine aktinisch erzeugte reaktive Entzündung am Krankheitsherd in Betracht, welche die pathologischen Zellen zerstört und zu einer starken Bindegewebsneubildung führt.

Eine wichtige Rolle müssen wir vielleicht, ähnlich, wie es bei der Rachitis der Fall ist, der Aktivierung des im Hauttalg enthaltenen Cholesterins durch das Licht zuschreiben. Der französische Forscher CHAUFFARD (vgl. S. 12) und seine Mitarbeiter haben nachgewiesen, daß die Cholesterinämie, bzw. eine Hypercholesterinämie den Heilungsprozeß bei Tuberkulösen sehr günstig beeinflusse. Es gibt manche Fragen, die noch der Lösung harren. Die wissenschaftliche Begründung der Heliotherapie ist erst im Werden begriffen und einstweilen müssen wir uns in der Hauptsache immer noch mit den klinischen Beweisen begnügen.

Zu den letzteren gehört auch noch folgende sehr wichtige Feststellung, nämlich, daß wir bei der Sonnenlichtbehandlung nur ausnahmsweise die sonst so gefürchteten Rezidive sehen, und daß es sich bei den Heilungen gewöhnlich um dauernde handelt. Ein Wiederaufflackern der Krankheit an der einmal ausgeheilten Stelle oder das Auftreten neuer Herde ist selten. Luft und Sonne haben den Organismus nicht nur gestärkt und mit Schutzkräften für einen erfolgreichen Kampf gegen die Krankheitserreger versehen, sondern ihn auch noch bei diesem Siege durch Bildung von Immunstoffen für die Zukunft gewappnet. In den 40 Jahren, seit ich Freiluft und Sonnenkuren bei der Tuberkulose anwende, konnte ich solche Herabsetzungen der Disposition in der zweiten, ja bis in die dritte Generation hinein beobachten.

Nicht vergessen werden darf die günstige Beeinflussung des Allgemeinbefindens, welche noch durch andere günstige klimatische Faktoren unterstützt wird.

Von meinen ersten 1000 mit Heliotherapie behandelten Fällen von chirurgischer Tuberkulose sind geheilt 858, wurden gebessert 120, blieben ungebessert 14, starben 8, gleich 0,8%. Von den ungebesserten starben später noch 6 infolge ihrer Tuberkulose. Mortalität inklusive Spätmortalität 14, d. i. zirka 1½%.

Meine Erfahrungen mit der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose stützen sich heute auf über 2000 Fälle, welche das ganze Gebiet derselben betreffen.

1. Hauttuberkulose.
2. Sehnenscheiden- und Schleimbeutel-tuberkulose.
3. Tuberkulose der Lymphgefäße und Lymphdrüsen.
4. Tuberkulose der Knochen und Gelenke.
5. Urogenitaltuberkulose.
6. Tuberkulose der serösen Häute und PONCETScher Rheumatismus.
7. Darmtuberkulose.
8. Tuberkulose der Sinnesorgane.
9. Multiple Lokalisationen.

Hauttuberkulose

Bei Lupus kann ich sehr schöne Erfolge verzeichnen, dabei ist aber zu bemerken, was zwar auch erklärlich ist, daß Fälle von Lupus exulcerans schneller und besser heilen als solche von Lupus hypertrophicus oder Lupus exfoliatus.

Sehr schöne Resultate habe ich mit der Insolation bei Fällen von ausgedehnten ulzerösen Skrophuloderma gehabt, und ebenso bei Fällen von Erythema nodosum tuberkulösen Ursprungs.

Beim Erythema induratum, der BAZINSchen Krankheit, worunter auch schwere Fälle waren, bei welchen die charakteristischen zum Teil geschwürig zerfallenen Knoten außer an den Extremitäten auch am Rumpf aufgetreten waren, habe ich öfter durch monatelange Vollsonnenbäder gänzliche Heilung erzielt. Die tieferen Knoten resorbierten sich, oberflächliche Knoten oder Geschwüre verschorften und stießen sich ab, und die früher infiltrierte und unebene Haut wurde glatt und samtweich.

Hier anschließend möchte ich noch erwähnen, daß ich auch bei manchen Hauterkrankungen nicht tuberkulöser Natur, wie Ekzemen, Psoriasis, Akne, Pruritus (Lichen) und mitunter bei Haarausfall mit der Sonnenbehandlung günstige Erfolge gehabt habe.

Sehnenscheiden- und Schleimbeutel-tuberkulose

Bei der Sehnenscheidentuberkulose habe ich sowohl bei der serösen wie bei der fungösen Form mit reiner Besonnung totale Heilungen erzielt und ebenso bei solchen Fällen, bei denen es zu käsigen und eitrigen Einschmelzungen und zum Durchbruch nach Außen mit Fistelbildung gekommen war. Bei denjenigen Fällen, wo es zur Bildung von harten Zotten oder zahlreichen sogenannten Reiskörperchen gekommen ist, inzidiere ich vorerst gewöhnlich, räume letztere aus und besonne dann die Wundhöhle.

Bei der Tuberkulose der Schleimbeutel, welche in ihren Formen und ihrem Verlauf sich genau verhält wie diejenige der Sehnenscheiden, waren die Erfolge ebenfalls sehr befriedigend. Sehr oft war ich in der Lage, Fälle von multipler Sehnenscheiden- und Schleimbeutel-tuberkulose zu behandeln. Mitunter traten die Lokalisationen auch symmetrisch auf. Diese Fälle zeigen eine große Ähnlichkeit mit der PONCETSchen Krankheit (vgl. S. 188).

Tuberkulose der Lymphgefäße und Lymphdrüsen¹

Das tuberkulöse Lymphom wird durch die Heliotherapie in allen Stadien, der rein hyperplastischen Form, der Hyperplasie mit Knötchenbildung und der Verkäsung günstig beeinflusst, ebenso bei Abszedierung mit oder ohne Übergreifen auf das umliegende Gewebe und bei sekundärer Vereiterung infolge Mischinfektion mit pyogenen Kokken.

Bei dem ersten Stadium, der einfachen Hyperplasie, ist die Bestrahlung auch dadurch sehr vorteilhaft, daß sie auch die kleinsten infizierten Drüsen, die bei der Operation oft dem Auge und der Hand des Chirurgen entgehen, beeinflusst.

¹ Die Tuberkulose der Lymphgefäße ist selten. Es handelt sich dabei meistens um eine sekundäre Infektion bei tuberkulösen Erkrankungen in der Nachbarschaft. Sie zeigt sich in Form von kleinen Knötchen und strangartigen Verdickungen, öfters mit Einschmelzung und Geschwürsbildung. Diese Fälle heilen alle unter Insolation in verhältnismäßig kurzer Zeit aus.

Die Insolation regt die fibröse Schrumpfung an und führt so zur Verödung der Tuberkel: Käseherde werden, wenn nicht zu groß, durch die Bindegewebswucherung abgekapselt und dadurch unschädlich gemacht, oder kommen zur Verkalkung. Es ist dies ein großer Fortschritt gegenüber den Operationsresultaten, nicht nur in ästhetischem Sinne, indem wir den Patienten die oft häßlichen und entstellenden Narben am Gesicht und Hals ersparen, sondern wir nützen ihnen auch in sozialer Beziehung, indem solche Narben ihnen noch lange nach vollkommener Heilung den Stempel der Tuberkulose aufdrücken. Sodann ist das häufige Auftreten von Rezidiven nach den Operationen zu erwähnen, während dies bei der Heliotherapie zu den Ausnahmen gehört.

Sehr günstig reagieren auf Sonnenlichtbehandlung wie die anderen tuberkulösen Lymphome, die kranken Hilusdrüsen, welche ja meistens das Initialstadium der Lungentuberkulose sind. In den letzten 15 Jahren habe ich über 300 solcher Fälle von „Drüsenfieber“ mit besten Erfolgen behandelt. Hier lassen sich durch periodische Röntgenaufnahmen die Fortschritte sehr schön kontrollieren. (Schrumpfung oder Verkalkung.)

Tuberkulose der Knochen und Gelenke

Dieselbe fibrös-schrumpfende Wirkung wie bei den Lymphomen sehen wir auch bei den tuberkulösen Gelenkserkrankungen, sowohl da, wo die synovialen, als da, wo die ostalen Prozesse vorwiegen, und in vielen Fällen tritt dann wieder eine normale Funktion der Gelenke ein.

Die schönsten Heilungen sehen wir bei der Knochentuberkulose, indem hier nicht nur eine derbe bindegewebige Narbe an Stelle des tuberkulös gewesenen Gewebes tritt, wie wir es bei der Lunge, Drüsen usw. sehen, sondern es findet nach Ausheilung des tuberkulösen Prozesses meistens noch eine anatomische und physiologische restitutio ad integrum in Form einer Knochenregeneration statt. Das Sonnenlicht scheint da als ein Reizmittel zu wirken, das ein kräftiges Granulationsgewebe hervorruft, in welchem dann eine mehr oder weniger reichliche Knochenbildung zustande kommt. Eine solche Knochenregeneration betrifft nicht nur etwa kleine Knochen wie Phalangen, Metatarsus- und Metakarpalknochen, sondern wir sehen sie auch an den langen Röhrenknochen, sei es in der Diaphyse oder in den Epiphysen; ja, wir sehen bei jugendlichen Individuen sogar auch öfters große Gelenkköpfe, die durch den tuberkulösen Prozeß scheinbar ganz zerstört waren, sich erholen und unter Wiedererlangung ihrer normalen Form knöchern ausheilen.

Damit erklärt sich neben der gleichzeitig einhergehenden Heilung des tuberkulösen Kapselgewebes und Bänderapparates die schon erwähnte Ausheilung der Gelenke mit normaler Funktion. Den Prozeß der Knochenregeneration können wir durch periodische Röntgenaufnahmen gut verfolgen.

Ich habe die Überzeugung gewonnen, daß fast alle tuberkulösen Ostitiden unter Sonnenlichtbehandlung ausheilen können, wenn die dazu nötigen Mittel, Zeit und Geduld zur Verfügung stehen.

Zu bemerken ist noch, daß gerade bei denjenigen tuberkulösen Gelenk- und Knochenerkrankungen, welche stets die Crux des Chirurgen gewesen sind und wo auch bei den besten Technikern die Resultate gewöhnlich äußerst unbefriedigende waren, mit der Sonnenlichtbehandlung meistens restlose Heilungen erzielt werden und Rezidive sehr selten sind. Ich möchte hier die Spondylitis, die Tuberkulose des Beckens und des Ileosakralgelenkes und die Koxitis speziell hervorheben.

Tuberkulose der Wirbelsäule. Die Tuberkulose der Wirbelsäule gehört bei ihrer relativen Unzugänglichkeit für ein aktives und radikales chirurgisches Vorgehen so recht in das Gebiet der Heliotherapie. Die Resultate sind gerade hier ausgezeichnete. Es ist dies ein gewaltiger Fortschritt, wenn man zurückdenkt, wieviele Wirbelsäulentuberkulose sonst jahrelang in den öffentlichen Spitälern dahingesiecht sind und förmlich zu Tode gepflegt werden mußten. Die Mortalität war früher zirka 40%. Und wie war gewöhnlich das Schicksal der wenigen sogenannten Geheilten? Wie manches vorher blühende Kind, wie mancher scheinbar kräftige Jüngling, wie manche schöne Jungfrau waren nach wenigen Krankheitsmonaten oder Jahren nicht mehr zu erkennen. Als arme verunstaltete Krüppel mit häßlichen Deformationen des Rumpfes, abgemagerten, schwachen Extremitäten, leidend infolge der Verlagerung oder Belastung innerer Organe an Herzklopfen, Atemnot, chronischen Lungenkatarrhen, Verdauungsbeschwerden, gedrückt durch das Gefühl, häßlich und minderwertig zu sein, oft auch gemieden und vernachlässigt von rohen Mitmenschen, schleppten sie sich unglücklich durchs Leben. Wie anders ist es aber heute. Dank der Klimato- und Heliotherapie, verbunden mit passenden orthopädischen Maßnahmen, heilen fast alle diese Kranken wirklich und ohne oder mit nur geringen Deformitäten aus und werden wieder vollwertige Menschen. Todesfälle sind große Ausnahmen und betreffen meistens nur Kranke, die zu spät in Behandlung kamen.

Sehr schön läßt sich gewöhnlich der Heilungsverlauf mittels der Röntgenplatte kontrollieren. Die durch Granulationen und Eiterherde bedingten Schatten hellen sich auf, die verschwommen gewesenen Konturen der Wirbel werden wieder klar und hin und wieder zeugen Knochenspangen, die sich von einem Wirbelkörper zum anderen hinüberziehen, von einem kräftigen Ossifikationsprozesse.

Alle Fälle im Anfangsstadium, wobei die Diagnose auf tuberkulöse Spondylitis durch Röntgenaufnahmen und bei verdächtigen Fällen auch durch negativen WASSERMANN zweifellos festgestellt worden war, sind durchwegs, auch bei Erwachsenen, wo die Prognosis früher eine recht ungünstige war, und meistens auch ohne Entstehung eines Gibbus ausgeheilt.

Mit wenigen und einfachen orthopädischen Hilfsmitteln kommt der Heliotherapeut bei der Spondylitisbehandlung aus.

Bei zervikaler Spondylitis wird der Kopf durch einen Gurt, der unter dem Kinn durchgeführt und am Kopfende des Bettes befestigt wird, zurückgebeugt und festgelegt, oder es werden auch abnehmbare Gipsverbände in Inklinationsstellung angelegt.

Bei der übrigen Spondylitis tuberculosa bezwecke ich durch horizontale Lagerung auf harten Matratzen und Unterlage von festen Kissen die abnorme Einsenkung der erkrankten Wirbelkörper zu verhüten bzw. eine schon vorhandene Kyphose zu korrigieren. Während der Besonnung der Wirbelsäule wird durch ein unter Arme und Brust untergelegtes hartes Kissen eine die Neigung zu Kyphose korrigierende Lordosestellung erstrebt.

In schweren Fällen lasse ich die Patienten mit Gipskorset oder im Gipsbett sonnen (siehe Abb. 7 und 10). Fortgeschrittene Fälle von Spondylitis mit Senkungsabszessen werden mit Punktionen und gewöhnlich mit nachfolgenden Jodoformolinjektionen behandelt.

Die Tuberkulose des Beckens und des Ileosakralgelenkes soll für den Chirurgen, solange sie eine geschlossene bleibt, ein Noli me tangere sein. Unter der Sonnenbehandlung heilt sie fast stets aus. Fistelbildung trübt die



Abb. 6. 20jährige Patientin mit Spondylitis dorsalis et lumbalis. Senkungsabszeß, drainiert, in der rechten Lendengegend. Komplette Heilung nach fünfzehn Monaten Heliotherapie

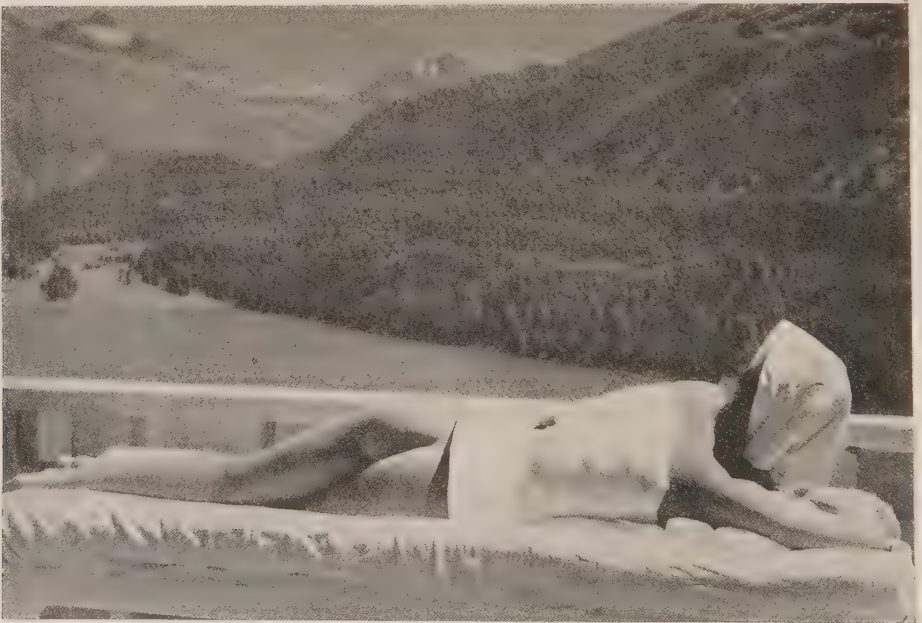


Abb. 7. 24jährige Patientin mit Spondylitis tuberculosa dorsalis und Ostitis fistulosa sterni et claviculae sin. Heilung nach zwei Jahren Heliotherapie

Prognose sehr. Aber auch da ist bei der gewöhnlich tiefen Lage der Knochenherde und dem unregelmäßigen und vielbuchtigen Fistelverlauf vor einem radikal-operativen Vorgehen zu warnen. Wie oft hat schon eine Operation, die bei schwach absondernden Fisteln vorgenommen wurde, das Gegenteil des ge-

wünschten Erfolges gehabt und zu einer schweren Tuberkulose der großen Operationswunde und zu Sekundärinfektion geführt, die dann das Schicksal des Patienten besiegelte. Unter der Sonnenlichtbehandlung habe ich aber von fünfzehn solcher Patienten, die elend und mit stark eiternden, multiplen Fisteln in Behandlung gekommen waren, unter spontaner Ausstoßung von Sequestern vierzehn ausheilen sehen; ein Fall, mit noch anderen Herden, rezidierte und starb.

Coxitis tuberculosa. Auch bei der Coxitis tuberculosa hat die Helio- und Klimatotherapie einen ganz enormen Umschwung herbeigeführt und feiert wahre Triumphe. Die frühere radikal-operative Methode ergab selbst in den Händen von bedeutenden Operateuren wie KOCHER, KÖNIG, GARRÉ u. a. m., nur zirka 50% Heilungen bei einer Mortalität von 48%. Dabei handelte es sich gewöhnlich um Heilungen mit absoluter Versteifung des Gelenkes und mehr oder weniger starken Verkürzungen. Meine Statistik, die sich auf eine große Zahl von mit Klimato-Heliotherapie behandelten Fällen von Hüftgelenktuberkulose stützt, ergibt zirka 80% Heilungen und von den Geheilten heilten wiederum 75% mit guter Beweglichkeit aus. Diese Zahlen reden laut für den Vorteil der Heliotherapie puncto Heilung, Funktion und Schutz vor lokalen Rezidiven oder vor anderweitigen tuberkulösen Späterkrankungen. Wie viele wegen Coxitis tuberculosa Operierte sah man früher in Spitzfußstellung an ihren Krücken herumhumpeln, oft mit Verkürzungen des Beines von zwanzig und mehr Zentimetern, gequält und entstellt auch durch eine arge Lendenlordose. Wie viele schwere Geburtshindernisse waren auf resezierte Hüftgelenke, wobei öfters größere Partien des Beckens radikal mit entfernt worden waren, zurückzuführen. Von meinen Koxitispatientinnen sind eine ganze Anzahl heute verheiratet und haben normale Geburten gehabt.



Abb. 8. 21jährige Patientin mit Coxitis tuberculosa fistulosa seit drei Jahren. Heilung der Koxitis und Vernarbung aller Fisteln nach neun Monaten Insolation. Vollkommen geheilt seit fünfzehn Jahren

Selbst bei ganz veralteten Fällen mit multiplen, stark sezernierenden Fisteln sehen wir unter der Sonnenlichtbehandlung Ausheilungen. Auch bei zwei Fällen von doppelter Koxitis habe ich mit Heliotherapie eine sehr günstige Ausheilung gesehen.

Als die Heliotherapie unterstützende Maßnahmen wende ich bei der Behandlung des Hüftgelenkes fast ausschließlich die Extension mit Heftpflaster-

zugverbänden und mit Kontraextension an, sei es durch Fixierung des Patienten mittels eines unter den Schultern durchgehenden Gurtcs an das Kopfende des Bettes, oder durch Erhöhung des Fußendes des Bettes durch Unterlage von mehr oder weniger hohen Holzklötzen. Bei Adduktionsstellung mache ich noch einen seitlichen Zug über das Knie, ebenfalls mit Heftpflasterextension. Wichtig ist auch die Lagerung des Patienten auf einer harten Matratze.

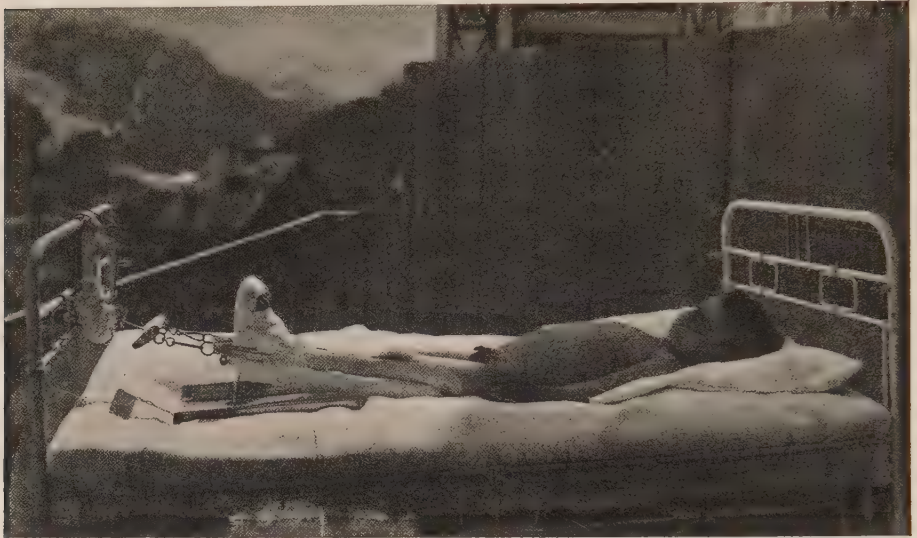


Abb. 9. 6jähriger, an Coxitis tuberculosa leidender Knabe. Besonnung im Streckverband. Vollkommene Heilung mit ungestörter Funktion nach siebenmonatiger Behandlung

Bei fetten und aufgedunsenen, an der sogenannten torpiden Form der Skrofulose leidenden Koxitispatienten, seien es Kinder oder Erwachsene, deren Stoffwechsel ich möglichst bald durch reichliche Bewegung ändern und heben möchte, lege ich einen das Becken und das ganze Bein umfassenden, über dem Hüftgelenk gefensternten Gipsverband an und versehe das gesunde Bein mit einem hohen Schuh. Bei den so an Krücken gehenden Patienten wirkt dann das in der Luft hängende immobilisierte Bein an und für sich, d. h. durch seine eigene Schwere als Extension.

Urogenitaltuberkulose. Bei der Urogenitaltuberkulose war ich öfter in der Lage, die Heliotherapie anzuwenden und bin damit speziell bei der Hodentuberkulose zufrieden gewesen.

Einseitige schwere Hodentuberkulose, welche zur fast gänzlichen Zerstörung des Organes geführt hat, behandle ich operativ durch Amputation mit hoher Resektion des Samenstranges. Leichtere Fälle kommen unter Insolation durch fibröse Schrumpfung der Knoten gewöhnlich zur Ausheilung. Sind beide Hoden ergriffen, so kommt die Insolation erst recht zu ihrer Geltung, und ich habe auch schwere Fälle mit multiplen, langdauernden Fisteln gänzlich ausheilen und vernarben sehen. Eine funktionelle Schädigung, wie sie hier bei der Röntgenbestrahlung, welche sowohl die Funktion der männlichen wie weiblichen Keimdrüse vollkommen vernichten kann, vorkommt, habe ich nie erlebt. Im Gegenteil bessert sich mit der Heilung des erkrankten Organes und der gleichzeitigen Kräftigung des Allgemeinbefindens auch jedesmal die Potenz.

Genitaltuberkulose des Weibes. Bei vielen Fällen von tuberkulösen Erkrankungen von Uterus, Tuben und Ovarien mit Tumorenbildung und Übergreifen auf das Peritoneum und die Nachbarorgane sah ich meistens eine Ausheilung unter spontaner Resorption bei ausgezeichneter Hebung des Allgemeinbefindens. Rezidive sah ich bei jahrelanger Beobachtung kaum, auch auf die spätere briefliche Nachforschung kamen stets günstige Berichte.

Nieren- und Blasentuberkulose. Bei der Nierentuberkulose habe ich mit der Helio- und Klimatotherapie erstaunliche Besserungen gesehen und wohl auch in leichteren Fällen Heilungen erzielt, indem dieselbe sich soweit zurückgebildet hatte, daß sie klinisch keine Erscheinungen mehr machte.

Bei durch Ureterenkatherismus ganz sicher festgestellter einseitiger Nierentuberkulose mache ich stets die Nephrektomie. Aus Prophylaxis und zur allgemeinen Stärkung unterziehe ich die Patienten nachher einer längeren Sonnenbehandlung.

Sehr schöne Resultate habe ich bei zahlreichen Fällen von operierter Nierentuberkulose gesehen, die mir wegen Infektion und Aufbruches der Operationswunde unter Bildung von fungösen, tuberkulösen Eiter sezernierenden Granulationen zur Behandlung zugesandt worden sind. Hier habe ich jedesmal Ausheilung gesehen. Darunter waren auch Fälle von tuberkulösen Fisteln des Ureterstumpfes. Die Tuberkulose der Operationswunde war mit Recht eine gefürchtete Komplikation der Nephrektomie und spielte in der Spätmortalität eine große Rolle. Die Heliotherapie schaffte da eine große Wandlung.

Bei tuberkulöser Cystitis habe ich durch die Insolation in einigen Fällen, bei denen die tuberkulöse Niere entfernt worden war und keine neue Infektion von oben mehr stattfand, komplette Heilung gesehen. Aber auch bei den nicht operierten Fällen, ja sogar bei doppelter Nierentuberkulose sah ich doch recht oft bedeutende Besserung der Blasentuberkulose, die sich in baldigem Nachlassen der Schmerzen, des die Patienten so belästigenden Harndranges und in Besserung der Kapazität der Blase äußerte.

Tuberkulose der serösen Häute (Pleuritis, Peritonitis, Meningitis). Bei einer großen Zahl, über 200 Fällen, von Pleuritis serosa, welche wegen verzögerter Resorption mir zugewiesen worden sind, habe ich stets eine günstige Einwirkung der Bestrahlung auf die Resorption alter Exsudate und Schwarten gesehen. (Günstige Erfolge bei tuberkulösen Empyemen wurden schon S. 174 erwähnt.)

Sehr schön läßt sich dabei der Heilungsvorgang durch periodische Röntgenaufnahmen oder -durchleuchtungen beobachten und verfolgen. Hin und wieder helfe ich mit Punktion nach, in der letzten Zeit seltener, seit man erkannt hat, daß das tuberkulöse Exsudat Träger antigener Stoffe ist, welche die Spontanheilung begünstigen. Man beschränke sich daher auf Spätpunktionen, falls nicht die Verdrängung der Nachbarorgane eine schnelle Entlastung erfordert.

Die tuberkulöse Peritonitis bildet eines der dankbarsten Objekte der Heliotherapie. Bei zirka 70 Fällen von Peritonitis tuberculosa serosa erzielte ich fast ausschließlich vollständige Heilung; ein Fall, kompliziert durch Lungentuberkulose, starb. Früher eine sehr gefürchtete Lokalisation, die häufig zu Meningitis oder Miliartuberkulose führte, hat die tuberkulöse Peritonitis durch die klimatisch-diätetische und Sonnenlichtbehandlung viel von ihrem Schrecken verloren. Zum Skelett abgemagerte Patienten mit aus den tief eingesunkenen, großen Augenhöhlen herausschauenden fieberglänzenden Augen, aufgetriebenem, unförmlichem Bauche, die den Eindruck wahrer Todeskandidaten machen, verlieren meistens bald ihr Fieber, bekommen wieder Appetit, unter vermehrter Diurese schwinden die großen Exsudate, und oft schon nach

wenigen Wochen sind diese Kranken kaum mehr zu erkennen. Die Heilung ist auch eine bleibende. Mehrere meiner Patientinnen, welche ich in ihrem Mädchenalter an schwerer Peritonitis tuberculosa behandelt hatte, haben sich verheiratet und sind heute Mütter gesunder Kinder; einige sogar Großmütter ebenfalls gesunder Enkel.

Auch bei der ulzerös-eitrigen Form der Peritonitis mit vielfacher Verbackung von Netz und Darmschlingen und multiplen Abszessen erzielt man mit der Bestrahlung öfter noch schöne Erfolge, während bei einem radikalen operativen Vorgehen hier gewöhnlich mehr geschadet als genutzt wird. Kotfisteln oder Darmprolapse sind nur zu oft die unliebsamen Folgen der Operation. Was dieselben aber für diese Patienten und ihre Umgebung bedeuten, brauche ich nicht näher auszuführen. Nach langem, quälendem und ekligem Leiden gehen die meisten dieser Kranken an Erschöpfung zugrunde. Solche fistelnde Fälle sind mir öfters zur Heliotherapie zugeschickt worden. Auch diese sonst so trostlosen Fälle konnten mit der Heliotherapie und eventuellen kleineren unterstützenden Operationen, wie Punktionen und Eröffnung einzelner Abszesse, noch viel gewinnen. Ich habe hier sehr erfreuliche Erfolge und in manchen Fällen Schluß der Kotfisteln erzielt. Allerdings mußte ich aber auch schon trotz Heliotherapie die Waffen strecken.

Bei der tuberkulösen Meningitis halte ich, wenn auch immerhin über ganz vereinzelte Fälle von Heilungen berichtet wird, jede Therapie für aussichtslos, und ich habe deshalb hier die Heliotherapie nie versucht. Palliativ erweisen sich Lumbalpunktionen nützlich.

Der tuberkulöse Rheumatismus. Hier wäre noch anzureihen der zuerst von PONCET beschriebene chronische tuberkulöse Rheumatismus, „Rheumatisme tuberculeux“. Denselben sah ich meist begleitet von tuberkulösen Erkrankungen anderer Organe. Die Behandlung soll hier vom Grundsatz geleitet werden, daß der tuberkulöse Rheumatiker nicht auf „Rheumatismen“ behandelt werde, sondern auf Tuberkulose. Bei der PONCETSchen Krankheit sind die Erfolge der Sonnenlichtbehandlung, und namentlich im Hochgebirge, ausgezeichnete.

Darmtuberkulose. Alle sogenannten primären Formen von Tuberkulose des Darmes, sofern es sich nicht um die allgemeine, meistens bei schwer Lungenkranken als letzte Leidensetappe auftretende sekundäre Darmtuberkulose handelt, z. B. die Ileocoekaltuberkulose, Mastdarmfisteln und perirektale Abszesse, reagieren günstig auf die Heliotherapie. Man sieht zuweilen geradezu überraschende Erfolge mit raschem Nachlassen der Schmerzen, Verschwinden der Diarrhöen und des Fiebers und schneller Gewichtszunahme, speziell bei der häufigen Ileocoekaltuberkulose. In schweren, veralteten Fällen von Ileocoekaltumor habe ich mitunter durch Hilfsoperationen, wie die Enteroanastomose oder die inkomplette Darmausschaltung nachgeholfen. Speziell günstig sind diejenigen Fälle, wo es möglich ist, durch eine Radikaloperation den gut abgegrenzten Ileocoekaltumor zu entfernen. Dies schafft natürlich die günstigsten Verhältnisse. Solche Operierte werden mir auch häufig zur Nachbehandlung mit der Heliotherapie zugeschickt. Sonne und gute Luft besorgen dann gewöhnlich die definitive Heilung.

Tuberkulose der Sinnesorgane. Auch bei der Tuberkulose der Augen und des Ohres wirkt die Sonnenbehandlung günstig. Ich persönlich verfüge über schöne Erfolge, und auch von den Spezialärzten wird darüber berichtet. Speziell günstig werden von tuberkulösen Augenerkrankungen beeinflußt der Lupus conjunctivalis, Keratitiden und die Iritis.

Zur Bestrahlung der tuberkulösen Mittelohrentzündung verwende ich reflektierende Ohrtrichter.

Multiple tuberkulöse Lokalisationen. Bei der multiplen chirurgischen Tuberkulose sowie bei Fällen von immer wiederkehrenden Rezidiven nach Operationen, wobei einerseits der Chirurg sich fragen muß, wo soll ich mit Operieren anfangen und wo soll ich aufhören, oder wo er dem Patienten so ziemlich gleich hilflos gegenübersteht wie heute noch den Rezidiven nach Krebsoperationen, wirkt die Heliotherapie mitunter wahre Wunder, während früher diese Unglücklichen nach jahrelangem und durch die profusen Eiterungen für sich und ihre Umgebung ekelhaft gewordenen Leiden an allgemeiner Schwäche oder an Amyloiddegeneration innerer Organe langsam und elend zugrunde gegangen sind, wenn sich nicht das Hinzutreten einer akuten Miliartuberkulose schon vorher ihrer erbarmt hatte.

VICTOR VON CZERNY in Heidelberg, einer der bedeutendsten Chirurgen und der größten operativen Techniker aller Zeiten, äußerte sich über die Bedeutung der Strahlenbehandlung für die Chirurgie und speziell für die chirurgische Tuberkulose folgendermaßen: „Die lokale Ausrottung tuberkulöser Herde hinterließ oft Fisteln und Verstümmlungen. Durch Reinfektionen von der Blutbahn oder den Lymphwegen wurde das definitive Heilresultat nicht selten vereitelt. Wachstumshemmungen an den Knochen, störende Adhäsionen zwischen den intraperitonealen Organen und ähnliche quälende oder bedrohliche Sequelen der blutigen Eingriffe verminderten die Freude an den Resultaten. Sehr häufig waren zur Beseitigung des krankhaften Zustandes verstümmelnde Eingriffe nötig, die wohl durch die kompensatorischen Kräfte des Organismus und durch die Kunst des Operateurs oder die Fortschritte der Mechanik ausgeglichen wurden, aber doch oft bei dem operierten Patienten den Eindruck eines physischen oder psychischen Defektes hinterließen. Die Chirurgie sah sich daher nach Bundesgenossen um, die ihr manchen hoffnungslosen oder gefährlichen Eingriff ersparen, manchen mühsam errungenen Erfolg sichern konnten.“

Als einer diese Bundesgenossen, und als der besten einer, hat sich, wie ich in dieser Abhandlung beweisend glaube dargelegt zu haben, das altbewährte Sonnenlicht gezeigt.

Es ist öfters die Frage aufgeworfen worden, ob der Höhen Sonne oder dem Höhenklima der wesentlichste Teil an den schönen Erfolgen zuzuschreiben sei. Daß das Licht dabei die erste Rolle spielt, beweist seine Wirksamkeit auch in der Ebene und der Umstand, daß allein auch durch künstliche Lichtquellen schon sehr gute Resultate erzielt werden. REYN und ERNST, welche mit dem Kohlenbogenlicht die chirurgische Tuberkulose behandeln, äußern sich in dieser Frage folgendermaßen: „Die Beobachtungen an FINSSENS Lichtinstitut wirken fast als ein Experiment, das auf die alles überwiegende Bedeutung der Höhen Sonne hindeutet.“ Ein weiterer und absoluter Beweis für die Wichtigkeit der Lichtwirkung bedeutet auch die schon mehrmals erwähnte Entdeckung der Aktivierung therapeutisch wichtiger Stoffe inner- und außerhalb des Organismus durch das Licht.

Ich selbst habe zuerst sechzehn Jahre lang (von 1886 bis 1902), wie schon früher gesagt, die chirurgische Tuberkulose analog der Lungentuberkulose mit der Freiluftliegekur behandelt und später 25 Jahre lang mit Freiluftliegekur plus direkter Sonnenbestrahlung. Wenn ich die Resultate beider Methoden miteinander vergleiche, so komme ich zum Schlusse, daß die Sonnenlichtbestrahlung im therapeutischen Alphabet das große A, die klimatisch-diätetische Behandlung das große B darstellt. Das Ideal liegt in der Kombination beider.

HIPPOKRATES hat den, meist lateinisch zitierten, prägnanten Satz aufgestellt: „Quos medicina non sanat, ferrum sanat, quos ferrum non sanat ignis sanat, quos ignis non sanat, ii jam nullo modo sanandi sunt.“ Bei der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose haben aber heute das einschneidende Ferrum und der brutal zerstörende Ignis ihre Rolle fast ganz ausgespielt und sind nunmehr nur noch von nebensächlicher Bedeutung. An die Stelle dieser groben Heilmethoden ist die milde Lux getreten. Das Sonnenlicht heilt, belebt, baut auf, nicht cito, aber tuto et jucunde, in einer Art, wie es bis heute noch keine menschliche Kunst je vermocht hat. Das Licht, und hauptsächlich das Licht der Berge, ist für das große unglückliche Heer der an chirurgischer Tuberkulose Leidenden ein Heil geworden.

Technik der Sonnenbehandlung und Normalien für Sonnenkuranstalten

Was die Technik der Heliotherapie anbelangt, so habe ich mich jahrelang auf die lokale Besonnung des Krankheitsherdes oder vereinzelter Herde beschränkt, außer in Fällen von multiplen Lokalisationen, wo ich gleich zu Anfang das Vollsonnenbad anwandte, indem ich hauptsächlich auf die Kontrastwirkung abzielte.

Das kranke Organ bzw. die betreffende Region allein wurde entblößt, während der übrige Körper je nach der Lufttemperatur mit einem mehr oder weniger warmen Hemde oder mit einem luftigen Morgenanzug bekleidet blieb oder durch Decken geschützt wurde. Den Kopf schützen sich die Kranken durch große, leichte weiße Hüte aus Stoff, oder durch Sonnenschirme, die am Bett oder Liegestuhl festgemacht sind, und ihre Augen durch dunkelgelbe Schneebrillen, die ähnlich den Automobilbrillen so gewölbt sind, daß auch die seitlich ins Auge fallenden Lichtstrahlen möglichst abgehalten werden.

Für die Kräftigung des Allgemeinbefindens hielt ich die schon früher angewandte Freiluftkur und Luftliegekur, wobei die Patienten, allerdings ganz, aber bequem und luftig bekleidet, auch stundenlang der Sonne ausgesetzt wurden, für genügend. Die lokale Reizwirkung ist sowohl aktinischer als thermischer Natur. Strahlende Wärme ruft auf der Oberfläche der Haut eine wesentliche und meßbare Temperatursteigerung hervor, während sie dagegen im Rektum temporär sinken kann. Ich fand, was RYLOFF und SOMMER bestätigen, daß unter der Einwirkung der Wärme und Lichtstrahlung die Temperatur der bestrahlten Seite gegenüber der nicht bestrahlten immer steigt.

Nach dem psycho-physischen Gesetz ist die Unterschiedsempfindlichkeit um so geringer, je höher die bestehende Einwirkung bereits ist, oder, um ein alltägliches Beispiel zu geben, ein Gewinn oder Verlust eines bestimmten Betrages macht einen um so geringeren Eindruck, je mehr die betreffende Person schon besitzt. Die Reizwirkung auf den Krankheitsherd, und sei derselbe auch die Äußerung eines Allgemeinleidens, ist demnach bei der lokalen Besonnung eine intensivere, als beim Vollsonnenbad.

Veranlaßt durch die wichtige Rolle, die ich der Pigmentbildung bei der Heliotherapie immer mehr glauben zuschreiben zu müssen, bin ich dann später zum Vollsonnenbad übergegangen. Allerdings nicht so, daß ich systematisch mit den Füßen anfangte, wie es ROLLIER zur Vermeidung von Kongestionen, Schwindel und Kopfschmerz vorschlägt, und dann allmählich weitere Körperbezirke der Sonne aussetze, sondern ich fange mit der Besonnung des Krankheitsherdes an, im Sinne der eben genannten lokalen, aktinischen

und thermischen Reizwirkung und gehe dann erst nach einiger Zeit, d. h. nachdem eine kräftige lokale Reaktion (gute Pigmentierung) eingetreten ist, zur allmählichen Bestrahlung des ganzen Körpers über.

Auch JESIONEK huldigt, in bezug auf den Lupus, meinem Prinzip, vorerst eine Lokalbehandlung einzuleiten, und durch das Licht reizend und entzündungserregend einzuwirken und dann durch allmähliche, allgemeine Pigmentierung dieselbe Krankheit auch durch Fernwirkung zu beeinflussen, und zwar trotzdem er die Beobachtung gemacht hatte, daß auch solche lupöse bzw. tuberkulöse Krankheitsherde der Haut zur Abheilung gelangten, bei denen er es nicht darauf abgesehen hatte, sie durch das Licht in entzündlichen Zustand zu versetzen, ja daß sogar solche Krankheitsherde ausheilten, welche er durch lichtabschließende Dauerverbände sorgfältig dagegen schützte, daß irgend ein direkter chemischer Lichtstrahl auf sie fiel, — wenn nur das erreicht wurde, daß die gesunde Haut infolge der häufig wiederholten Belichtungen sich stark pigmentierte.

Er spricht sich über seine Lupustherapie folgendermaßen aus: „Wir verwenden das Licht bei der Behandlung unserer Lupuspatienten in zweierlei Form. Unsere lokale Methode besteht darin, daß wir die Lichtstrahlen auf die tuberkulösen Krankheitsherde selbst richten und diese durch das Licht in den Zustand der Entzündung setzen. Die zweite Art der Lichtbehandlung, unsere allgemeine Methode besteht darin, daß wir die gesamte Körperoberfläche des Kranken dem Lichte aussetzen, den Kranken im Lichte baden lassen; hier rechnen wir nicht auf die entzündungserregende, vielmehr auf die pigmentierende Kraft des Lichtes.“

Gestützt auf die weitere Beobachtung, daß sich oft in kurzer Zeit überraschende Erfolge vornehmlich bei der direkten Sonnenbehandlung solcher lupöser Krankheitsherde ergeben, welche am Stamm und an den Extremitäten lokalisiert sind, also an lichtungewohnten Körpergegenden, geht JESIONEK noch einen Schritt weiter als ich. Er macht die kranke Hautstelle vor der Einwirkung der lokalen Lichtbehandlung durch tage- und wochenlange Dauerverbände gegen die Einwirkung des Lichtes noch besonders empfindlich.

JESIONEK gibt eine Lokalwirkung des Lichtes nur auf die Haut zu und behauptet, daß von einer direkten Wirkung des Lichtes auf die tieferen Krankheitsherde, wie in den Knochen, in den Gelenken, in den Lymphdrüsen, keine Rede sein könne und daß, wenn sich doch im Gefolge der Belichtungen Heilungsvorgänge einstellen, diese nur indirekt auf das Licht bezogen werden können.

E. v. SCHUBERT konnte aber kürzlich den Nachweis leisten, daß die ultravioletten Strahlen die Haut durchdringen und bis zu den Blutgefäßen gelangen und daß der rote Blutfarbstoff für die ultravioletten Strahlen der eigentliche Empfänger ist. („Das Blut als Angriffsfläche der ultravioletten Strahlen“, Dtsch. med. Wochenschr. 1926, Nr. 22.) Dies beweist den großen Wert der Allgemeinbestrahlung.

Die schon wiederholt erwähnte neueste Entdeckung der therapeutischen Rolle, welche dem durch das Licht in der Haut und im Blute aktivierten Cholesterin zukommt, spricht ebenfalls für die Wichtigkeit der Bestrahlung großer Hautflächen, also für das Vollsonnenbad.

Dies schließt aber den Wert einer vorausgehenden fokalen Bestrahlung nicht aus.

Mit der Insolation wird erst einige Tage nach der Ankunft des Patienten, nachdem er sich an die Höhenluft gewöhnt hat, begonnen. Zuerst wird die

krankte Stelle zehn bis zwanzig Minuten lang besonnt und dann alle Tage, je nach der Toleranz, wobei man sehr damit zu rechnen hat, ob es sich um blonde oder brünette Patienten handelt, zehn bis fünfzehn Minuten länger, bis zu mehreren Stunden. Bei Erkrankungen am Kopfe, Halse und oberen Thorax bedarf die lokale Besonnung großer Vorsicht und guter Überwachung, um Kongestionen zu vermeiden. Habe ich die gewünschte Kontrastwirkung, die sich in einer guten Pigmentierung äußert, erzielt, so kommt, ebenfalls vorsichtig vorgehend, allmählich der ganze Körper an die Reihe. Je nach der Körpergröße besonne ich dabei jeden folgenden Tag etwa 10 bis 20 cm Hautoberfläche mehr, und zwar so, daß die Vorder- und Rückenfläche immer gleich lang bestrahlt wird.

Wenn ich, abgesehen von einer lokalen Bestrahlung, Patienten von vorn herein mit dem allgemeinen Sonnenbad behandeln will, so halte ich mich ungefähr an folgendes Schema:

1. Bestrahlung	von den Füßen bis zu den Knien	} je 10 Minuten vorn und hinten.
2. „	bis Mitte Oberschenkel	
3. „	bis zur Leiste	
4. „	bis zum Nabel	
5. „	bis zur Magengrube	
6. „	bis zu den Brustwarzen	
7. „	bis zum Kinne	

Nachdem der ganze Körper, vorn und hinten, daran gekommen ist, wird die Bestrahlung allmählich täglich etwa um fünf bis zehn Minuten verlängert bis zu stundenlanger Dauer. Die individuelle Toleranz muß dabei immer richtig eingeschätzt und berücksichtigt werden.

Da nicht jeder Mensch die gleiche Lichtmenge vertragen kann, so bedarf die Insolation, sowohl die lokale wie das allgemeine Sonnenbad, einer richtigen Dosierung wie jedes andere therapeutische Agens. Das Sonnenlicht ist kein gleichgültiges Medikament und muß sowohl bezüglich der Dauer wie der Ausdehnung individuell abgemessen werden.

Daß übertriebene und kritiklose Sonnenkuren zu unliebsamen Störungen führen können, darüber gibt uns die Lehre von der Lichtpathologie Aufschluß. Namentlich bei Lungenkranken und speziell solchen, die zu Hämoptoe neigen, ist große Vorsicht geboten. Bei Patienten, die sich rasch und schön pigmentieren, kann man die Expositionszeit getrost in größeren Sprüngen verlängern. Auch können solche Patienten nach längeren sonnenlosen Intervallen gleich mit der früher erreichten Zeit wieder weitersonnen, während man bei sich schlecht Pigmentierenden, die auch das gewonnene Pigment gewöhnlich rasch wieder verlieren, je nach dem Falle, mit mehr oder weniger abgekürzter Insulationszeit wieder anfangen muß. An heißen Sommertagen, besonders in der Niederung, soll die Sonnenlichtbehandlung, um kongestive Zustände zu verhüten, auf die frühen Morgenstunden verlegt werden, bevor die Lufttemperatur zu drückend geworden ist.

Die richtige Anwendung der Heliotherapie erlernt sich durch die Erfahrung. Die allmählich an die Sonnenbestrahlung gewöhnten Patienten sonnen sich später unbeschadet und mit Wohlgefühl fast den ganzen Tag, manche bis acht Stunden lang.

Wie es bei allen neuen Strömungen oder solchen, die nach langen Perioden der Vergessenheit sich wieder einstellen, vorkommt und namentlich, wenn sie plötzlich populär werden, wie es mit den Sonnenbädern der Fall gewesen ist,

wird anfangs viel kritiklos gesündigt und leider läuft auch mancher Unfug mit. Auch hier wird aber die Zeit Auswüchse, die sich übrigens auch schon von selber rächen, mildern und den Strom allmählich in das richtige Bett leiten. Das Sonnenlicht muß, wenn es heilbringend sein soll, mit Vernunft angewandt werden; auch sollte das „Sonnen“ nie gegen die gute Sitte verstoßen.

Zur Verhütung von Sonnenerythemen bei lichtempfindlichen Patienten lasse ich, bevor sie einmal gut pigmentiert sind, die Haut vor der Insolation mit gelbem Vaseline einreiben („Sol unctus“). Ich bin damit immer ausgekommen. Andere Autoren empfehlen das Bestreichen mit Präparaten, welche die Eigenschaft haben sollen, die violetten Lichtstrahlen zu absorbieren und erst allmählich wieder abzugeben. FREUND wendet als Schutzmittel gegen den Sonnenbrand eine 1- bis 2%ige Lösung von Äskulin in Glycerin an; KLOTZ benutzt eine 7%ige Ultrazeozonpaste und findet, daß man dann alle Patienten sofort den Strahlen der Sommersonne aussetzen könne, ohne die gefürchteten Dermatitis entstehen zu sehen. Zur Heilung der Dermatitis solaris verwende ich mit sehr gutem Erfolg folgende Salbe: Menthol 0,2; Zinci oxydati 20; Ung. lenient. 100,0. Dieselbe wird morgens und abends dick auf die entzündeten Stellen aufgetragen, welche bis zur Heilung nur mit Olivenöl, nicht mit Wasser und Seife gewaschen werden sollen.

Die Heliotherapie verlangt eine eigene Bauweise. Jeder Lichtstrahl, den uns der Himmel spendet, sollte, wenn immer möglich, ausgenutzt werden können. Eine Sonnenklinik soll in möglichst windgeschützter, staubfreier, ruhiger Lage, mit voller Front gegen Süden, am besten an einem Abhang gebaut werden. Es braucht wohl nicht ausführlich gesagt zu werden, daß für nackt der Sonne und Luft exponierte Patienten die Windstille von allergrößter Bedeutung ist. Bei herrschendem Winde, auch wenn er nicht sehr stark ist, ist die Abkühlung des Körpers doch eine lästige und oft auch eine schädliche. Für eine Sonnenklinik gilt der Grundsatz: Lieber etwas kürzere Sonnenscheindauer als längere, aber öfters durch Wind gestörte.

Durch die Placierung einer solchen Klinik an einem Abhang erreicht man erstens eine intensivere Insolation — es ist bei der Heliotherapie, wie schon S. 166 ausgeführt, der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen von größter Wichtigkeit — zweitens erleichtert sie die Terrassierung der Liegehallen und Balkone; denn dieselben sollen so angelegt werden, daß keine der anderen Licht wegnimmt. Dies bedingt mitunter einen treppenartigen Aufbau derselben, wie es teilweise bei meiner Klinik in St. Moritz, 1880 m über dem Meere, der Fall ist, an deren Einrichtung ich mich in folgendem kurz halten will. Dieselbe ist für 30 Patienten eingerichtet und zählt sechs Liegeterrassen mit 30 Sonnenkabinen. Drei der Terrassen sind 3,20 m tief, damit die Patienten in ihren Betten hinausgeschoben werden können. Die anderen sind 2,30 m tief, für Liegestühle berechnet. Die Terrassen sind mit Brüstungen aus Mauerwerk oder Schmiedeisen auf 95 cm Höhe versehen. Diese Höhe genügt, um die Patienten gegen Belästigung durch Hereinsehen zu schützen, und wiederum bleibt ihnen der freie Ausblick von ihren Betten oder Liegestühlen aus unbenommen. Gegen das Herunterschen von den oberen Terrassen sind 80 cm breite Vorhänge aus Segeltuch angebracht worden. Auch durch eine stumpfwinklge Anbringung der Brüstung könnte der Neugierde von den oberen Terrassen aus ein Riegel vorgeschoben werden. Die Sonnenkabinen sind durch verstellbare Holzrollwände auf Mannshöhe voneinander abgetrennt. Gegenüber festen Zwischenwänden haben diese Rollwände den wichtigen

Vorteil, daß sie je nach dem Stande der Sonne verschoben werden können. Wenn sich die Patienten gegenseitig nicht genieren, wie es gewöhnlich beim gleichen Geschlechte und bei Kindern der Fall ist, so werden die Zwischenwände aufgerollt und an der Rückwand befestigt. Die Patienten können sich dann bei der Kur gemeinschaftlich unterhalten, was bei den so lange dauernden



Abb. 10. Vollsonnenbad; das Kind vorne liegt auf einem Gipsbett

Aufenthalt auch von psychisch-therapeutischem Werte ist. Sämtliche Krankenzimmer liegen nach Süden oder nach Südosten und Südwesten, während nach Norden, durch einen breiten, hellen, von Ost nach West durchziehenden Korridor getrennt, die Nebenräume angelegt sind, wie Zubereitungskammer mit Teeküche, Schwesternzimmer, Bäder, Wasserklosett, Abstaubaltane. In allen Räumen sind Ecken und Fugen vermieden, letztere durch Verwendung von Zementböden mit Linoleumbelag. Die Zimmer sind mit vielen und großen Fenstern versehen, so daß die Südwände der Krankenzimmer fast nur aus Fensteröffnungen bestehen. So sind z. B. die Eckzimmer meiner Klinik zu vergleichen mit der Laterne eines Leuchtturmes. Das obere Drittel der Fenster kann zur Lüftung durch einen geräuschlosen Mechanismus je nach Belieben mehr oder weniger weit heruntergelassen werden. Die Seitenflügel sind ebenfalls mit einer Patentvorrichtung versehen, welche das Offenbleiben in jeder gewünschten Stellung erlaubt, unbeeinflusst von Luftzug und Windstößen. Auch ins Innere der Klinik war ich bestrebt so viel Licht wie irgend möglich hineinzubringen. Die Korridore erhalten ihr Licht durch große Fenster von Osten und Westen und durch Nebenkorridore von Süden und Norden. Die Wände und Decken der Korridore und aller Räume sind auf 2 m Höhe in lichten, abwaschbaren Farben gehalten

(Ripolin), das übrige ist geweißt. Sämtliches Mobiliar, sei es aus Holz oder Eisenwerk, ist ebenfalls hell gestrichen oder gebeizt. Auch hier herrscht das Bestreben, alle Staubecken zu vermeiden.

Durch das ganze Gebäude geht vom Erdgeschoß bis in den obersten Stock ein Fahrstuhl, der tief genug ist, um Patienten auf einem Feldbette liegend transportieren zu können. Um dabei jegliches Geräusch zu vermeiden, mündet derselbe nicht direkt in die Korridore, sondern in einen 1,20 m tiefen Vorraum aus. Alle Zubereitungsräume sind durch einen Speiseaufzug mit der Küche verbunden. In jedem Korridor ist eine Toilette für warmes und kaltes Wasser angebracht, sowie ein Telephon zur Verbindung mit sämtlichen Betriebsräumen, dem



Abb. 11. Schema für eine moderne Sonnenklinik mit großem Solarium auf dem Dache

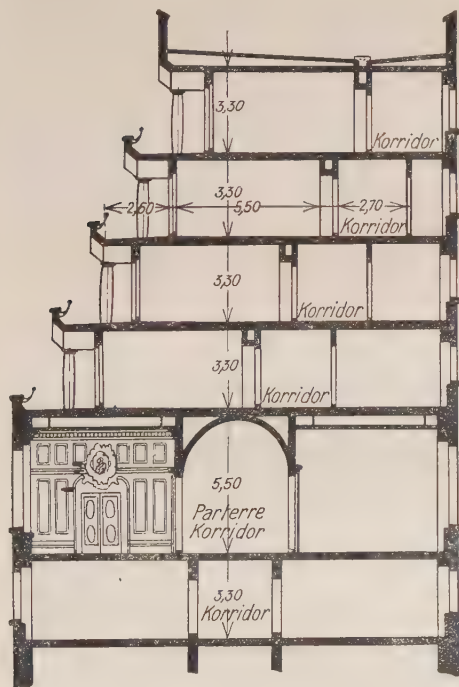


Abb. 12. Anlage der Terrassen (zu Abb. 11)

Zentralbureau und den Ärzten, der Küche, den Schwesternzimmern und den einzelnen Korridoren unter sich.

Das rein medizinische Departement ist für sich durch Glastüren abgeschlossen und nach Norden oder Nordosten verlegt. Es handelt sich dabei um folgende Räume: 1. gehört in eine Klinik für chirurgische Tuberkulose, wenn sie auch im Sinne der konservativen Behandlung dieser Krankheit angelegt ist, dennoch auch ein allen modernen Anforderungen entsprechender Operationssaal, mit den notwendigen Nebenräumen zur Aufbewahrung und Sterilisation von Instrumenten und Verbandmaterial; sodann 2. ein Raum für die notwendigen Medikamente; 3. ein Gipszimmer und Einrichtungen für Heilgymnastik; 4. ein sowohl für Diagnostik (wobei auch die so wertvolle Kontrolle der Behandlungserfolge gemeint ist), wie Therapie bestens versehenes Röntgenkabinett; 5. ein Zimmer für Installationen zur therapeutischen Anwendung auch

anderer künstlicher Licht- und Wärmequellen, wie elektrisches Glühlicht, FINSSEN- (eventuell) und andere Bestrahlungslampen und Diathermie, damit man in Zeiten, wenn die Sonne streikt, für dieselbe einen Ersatz hat. In demselben Zimmer ist auch ein Pantostat für alle mögliche elektrische Behandlung angebracht; 6. ein Zimmer für Hydrotherapie, Bäder, Duschen, Kohlensäure- und medikamentöse Bäder. Im Kellergeschoß sind noch untergebracht: 7. ein Laboratorium

für chemisch-physikalische, sowie bakteriologische Untersuchungen; 8. eine Dunkelkammer zum Entwickeln von Röntgen- und anderen Photographien; 9. ein Sektionszimmer, zugleich als Leichenzimmer bestimmt.

Für eine größere Sonnenlichtheilanstalt möchte ich einen amphitheater-ähnlichen Bau, wobei der terrassenförmige Aufbau der Liegehallen durch alle Stockwerke durchgebildet ist, mit großem Solarium auf dem Dache empfehlen, wie in Abb. 11 und 12 ersichtlich ist.

Seit die Heliotherapie immer mehr Allgemeingut geworden ist und viele chirurgische Universitätskliniken und öffentliche Spitäler zur Freiluft- und Sonnenkur ihren tuberkulösen Patienten eigene Abteilungen mit Liegeterrassen und Sonnengärten eingerichtet haben, beginnen auch die Architekten Bautypen zu studieren, durch die der Hauptheilfaktor, das Sonnenlicht, in den Vordergrund gerückt wird. H. SCHMIEDEN, Regierungsbaumeister, Berlin, stellt billige Bautypen von Waldhallen für Tuberkulosenheilkuren durch Sonnenlicht auf, andere passen desgleichen ihre Baupläne für Krankenhäuser endlich den Bedürfnissen von Freiluft und Sonne an.

Praktische Winke zur Durchführung und Improvisierung der Sonnen- und Freiluftbehandlung überall geben BACKER und CAPELLE.

PHILIPPI in Davos hat drehbare Liegehallen sinnreicher Konstruktion, welche dem Körper genügend Schutz geben, ohne ihm die Sonne zu verdecken, angegeben und BODMER hat in Clavadel die Hallen mit verschiebbaren Schutzdächern versehen.

Überhaupt sollte in Zukunft die Sonnenbehandlung bei allen Krankenhausneubauten, wo sie auch liegen mögen, im Programm sein. Die offenen Liegehallen müssen für die Spitäler von ebenso großer Wichtigkeit werden wie alle übrigen notwendigen Einrichtungen der modernen Medizin.

Anhang

Unterstützung der Sonnenlichtbehandlung durch operative, orthopädische und medizinische Maßnahmen

Wenn nun die Sonne auch spontan tuberkulöse Drüsen und Käseherde zum Schwinden, große Senkungsabszesse zur Resorption bringen und Knochenherde unter Neubildung von Knochensubstanz, öfters nach spontaner Ausstoßung von Sequestern, ausheilen kann usw., so verzichte ich doch nicht ganz auf die Mithilfe einer operativen Tätigkeit.

Ich stehe hier auf dem Standpunkt einer kombinierten Behandlung, bei welcher man mittels chirurgischer Eingriffe und gleichzeitiger bzw. folgender Heliotherapie und Klimatherapie den gewöhnlich lange dauernden und viele Patienten zu sehr belastenden Sanatoriumsaufenthalt bedeutend abkürzen und Kranken, von deren Arbeit eine Familie leben muß, die Wiederaufnahme des Erwerbes beschleunigen kann.

Für eine operative Intervention sind für mich hauptsächlich die Lokalisation des Leidens, das Alter und die soziale Lage des Patienten maßgebend. Im Kindesalter, wenigstens bis zum Eintritt der Verknöcherung der Epiphysen, d. h. bis etwa zum vierzehnten Jahre im allgemeinen, oder auch erst später

(vorherige Sicherung durch Röntgenaufnahmen!), sollen größere Eingriffe an Knochen und Gelenken absolut vermieden werden.

Bei käsig erweichten oder durch Mischinfektion vereiterten Lymphomen mache ich oben und unten an der äußersten Peripherie der Geschwulst eine minimale Inzision, drücke den Inhalt aus, helfe, wenn nötig, mit dem scharfen Löffel nach, jode die Höhle durch mehrmaliges Durchziehen eines mit Jodtinktur durchdrängten Gazestreifens aus und schließe die Sonnenbehandlung an. Die Wundhöhle legt sich dabei gewöhnlich bald zusammen und verklebt in kurzer Zeit, ohne störende Narben zu hinterlassen. In veralteten, die Haut unterminierenden Fällen, wo breite Inzisionen nicht mehr zu umgehen sind, wird nach Spaltung die klaffende Wunde direkt besonnt.

Führt mich eine Knochenfistel auf einen losen Sequester oder zeigt mir die Röntgenplatte einen solchen, so warte ich nicht zu, bis er von selbst ausgestoßen wird, sondern kürze durch Erweiterung der Fisteln und Herausholen des Sequesters das Heilungsverfahren ab, trotzdem erfahrungsgemäß unter der Insolation die spontane Ausstoßung der Sequester sehr gefördert wird.

Sitzt einmal ein größerer Herd in der Diaphyse eines der großen Röhrenknochen, wie des Humerus, der Tibia oder des Femur, so schreite ich, um die Heilung zu beschleunigen, zur Osteotomie, kratze die erkrankte Partie gründlich aus, entferne eventuell Sequester und lasse dann die Höhle sich sekundär unter Insolationsbehandlung schließen.

Ebenso verfare ich radikal, wenn durch die Radiographie ein größerer extrakapsulärer Knochenherd in großer Nähe eines der wichtigeren Gelenke nachgewiesen worden ist, wie ich es hin und wieder bei vernachlässigten und zu spät der Heliotherapie übergebenen Fällen erlebe, von der Befürchtung geleitet, daß derselbe eventuell auch während und trotz der Sonnenbehandlung in das Gelenk durchbrechen könnte. Ich glaube so manchen Patienten vor einer jahrelang dauernden Gelenktuberkulose bewahrt zu haben.

Kalte Abszesse und Senkungsabszesse werden durch Punktion und Aspiration entleert und gleichzeitig besonnt, eventuell wird mit Injektion von Jodtinktur oder Jodoformöl nachgeholfen. Alte, sehr große Senkungsabszesse mit dickem, rahmartigen und mit Käseflocken durchsetztem Eiter entleere ich mit dem Troikart oder durch einen kleinen Einschnitt und schließe dann sofort die Wunde durch eine Naht. „Ubi pus, ibi incide.“ Diesem alten chirurgischen Lehrsatz bin ich treugeblieben. Ich habe dabei niemals eine Mischinfektion oder das Auftreten der mit Recht, z. B. bei der Spondylitis, so gefürchteten Fistelbildung erlebt.

Ich scheue mich auch heute noch nicht davor, aus rein sozialen Gründen bei armen Hausfrauen oder Familienvätern, von deren Arbeit und Verdienst eine zahlreiche Familie abhängig ist, etwa einmal eine Kniegelenksresektion und neben atypischen Fußresektionen auch einen Lisfrank, Chopart oder Pirogoff zu machen. Die Ausheilung eines Kniegelenkes dauert gewöhnlich zwei Jahre; während die Resektion in sechs bis acht Wochen ein sicher stützendes, schmerzloses, wenn auch versteiftes Bein liefert. Es ist deshalb erklärlich, daß ärmere Patienten und speziell solche der Arbeiterklasse die Operation, mit nachträglicher Heliotherapie, welche sie eventuell auch zu Hause durchführen können vorziehen.

An den oberen Extremitäten operiere ich allerdings sehr selten mehr. Hingegen kommen bei mir ganz alte Leute mit Fußleiden, Patienten, die man nicht gerne lange liegen läßt, gelegentlich zur Operation.

Ebensowenig scheue ich mich, unter Umständen zur Abkürzung der langen Kur einerseits oder zur Verhütung einer Infektion des anderen Organes anderseits, ein Organ zu opfern. So entferne ich bei einseitiger schwerer Erkrankung den betreffenden Hoden oder die betreffende Niere; ja selbst bei doppelseitiger Nierentuberkulose habe ich schon durch Entfernung der schwerer erkrankten Niere, die gewöhnlich nur noch ein Eitersack war, Besserung der Blasentuberkulose und Hebung des Allgemeinbefindens erlebt. Natürlich soll die klimatische und Sonnenlichtbehandlung auch bei diesen zur Operation gelangenden Fällen möglichst lange, wenigstens solange als es die Verhältnisse erlauben, durchgeführt werden.

Neben solchen operativen Eingriffen unterstütze ich die Heliotherapie bei Knochen- und Gelenkleiden auch ausgiebig durch orthopädische Maßnahmen, Streck- und Gipsverbände usw. Ich huldige dem Prinzip, daß bei frischen Fällen mit starken entzündlichen Symptomen (Schwellung und große Schmerzhaftigkeit) das betreffende Organ ruhiggestellt und bis zum Ablauf der schwersten Erscheinungen möglichst entlastet werden soll. Erst dann setze ich mit einer vorsichtigen Bewegungstherapie und Massage ein.

Um neben der allgemeinen Bestrahlung auch die kranke Stelle ausgiebig besonnen zu können, lege ich gefensterter Gipsverbände an, welche, wenn es wegen der Größe der Fenster notwendig wird, durch Schieneneinlagen noch verstärkt werden. Sind die kranken Bezirke sehr groß, so mache ich abnehmbare Hülsengipsverbände, die nach der Bestrahlung leicht wieder angelegt werden können.

Auch die medizinische Behandlung solcher Kranken soll nicht vernachlässigt und dabei, wie die chirurgische, streng individualisiert werden.

Ich bin der Ansicht, daß ein Arzt sich nie in ein System verankern, sondern sich von jeder Schablone fernhalten und neben einer sich bewährenden Methode auch andere nützliche therapeutische Maßnahmen seinen Kranken nicht vorenthalten soll.

Literatur

(Dieselbe betrifft hauptsächlich nur Bücher oder ausführlichere Publikationen; im übrigen verweise ich auf das ausführliche Literaturverzeichnis in meinem Buche: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie, 2. Aufl., Stuttgart: F. Enke, 1923. S. 295 b. 314.)

- AIMES, A.: La Pratique de l'Héliothérapie. II. Edition. Paris: A. Maloine. 1914.
 — ARMAND-DELILLE, P. F.: L'Héliothérapie. Monograph. cliniques, Nr. 75. Paris. 1914. — BACKER, M.: Die Sonnen-Freiluftbehandlung der Knochen-, Gelenk-, wie Weichteil-Tuberkulosen. Stuttgart: Komm.-Verlag F. Enke. 1916. — BANDELIER, B. u. O. ROEPKE: Die Klinik der Tuberkulose. (S. 608ff.) Würzburg: C. Kabitzsch. 1914. — BARDENHEUER, B.: Die „heliotropische“ Behandlung der peripheren Tuberkulose, besonders der Knochen und Gelenke. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 112. 1911. — BERNHARD, O.: Heliotherapie im Hochgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung der chirurgischen Tuberkulose. Stuttgart: F. Enke. 1912. — DERSELBE: L'Eliotherapie in Alta Montagna. Milano: Ulrico Hoepli. 1914. — DERSELBE: Über Wundbehandlung. Münch. med. Wochenschr., Nr. 71. Feldärztl. Beil. 1916. — DERSELBE: Über Volkssanatorien für chirurgische Tuberkulose. Beitr. z. Klin. d. Tub., Bd. 48. 1921. — DERSELBE: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie. Neue Dtsch. Chir., Bd. 23. 2. Aufl. Stuttgart: F. Enke. 1923. — DERSELBE: Light treatment in surgery. Translated by R. KING BROWN. B. A., M. D., D. P. H., London: E. Arnold and Co. 1926. — BIER, A.: Die konservative Behandlung der sogenannten chirurgischen Tuberkulose. Arch. f. klin. Chir., Bd. 116. 1921. — BORCHARD, A. u.

- V. SCHMIEDEN: Lehrbuch der Kriegschirurgie. (S. 55.) Leipzig: J. A. Barth. 1917.
- BRUNNER, C.: Handbuch der Wundbehandlung. Neue Dtsch. Chir., Bd. 20, S. 635. Stuttgart: F. Enke. 1916.
- FINSSEN, N.: Über die Bedeutung der chemischen Strahlen für Medizin und Biologie. Leipzig. 1899.
- FLEISCH-THEBESIUS, A.: Die Behandlung der chirurgischen Tuberkulose an der Frankfurter chirurgischen Klinik. Strahlentherapie, Bd. 13, Heft 2. 1922.
- FRASER, A.: Surgical tuberculosis. Edinb. med. Journ. 1920.
- FREUND, L.: Grundriß der gesamten Radiotherapie. Wien: Urban u. Schwarzenberg. 1903.
- GOLDAMMER, F.: Kriegsärztliche Erfahrungen aus dem griechisch-türkischen und griechisch-bulgarischen Krieg 1912/13. v. BRUNS Beitr., Bd. 91, Heft 1 u. 2. 1914.
- HENLE, A.: Die Chirurgie der Wirbelsäule. Handb. d. prakt. Chir., 4. Aufl., Bd. 4, S. 56ff. Stuttgart: F. Enke. 1914.
- HEUSNER, H. L.: Das Licht als Heilmittel. Prometheus, Jahrg. 27, Nr. 40 u. 41. 1916.
- DERSELBE: Die Wirkungen des Lichtes auf Wunden, mit besonderer Berücksichtigung der Kriegsverletzungen. Strahlentherapie, Bd. 8, Heft 2. 1918.
- JAUBERT, P.: De l'héliothérapie dans le traitement des plaies atones et en particulier de l'ulcère variqueux. Lyon méd., Juillet. 1910.
- JAUBERT, L. (D'Hyères): La cure de soleil. Paris: Ernest Flammarion. 1927.
- JERUSALEM, J.: Zur Sonnenlichtbehandlung der chirurgischen Tuberkulose. Zeitschr. f. diät. u. physik. Therapie, Nr. 15. 1911.
- JESIONEK, A.: Lichttherapie. Münch. med. Wochenschr., Nr. 19. 1904.
- DERSELBE: Zur Lichtbehandlung des Lupus. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 18. 1914.
- DERSELBE: Lichtbehandlung des Tetanus. Münch. Wochenschr., Nr. 9. 1915.
- JOHANNSON, S.: Über die Knochen- und Gelenktuberkulose im Kindesalter. Aus dem Schwedischen übersetzt von R. POPPER. (S. 88ff.) Jena: G. Fischer. 1926.
- JSELIN, H.: Die Behandlung der chirurgischen Tuberkulose. VOLKMANN'S Samml. klin. Vortr. Leipzig: J. A. Barth. 1913.
- KISCH, E.: Diagnostik und Therapie der Knochen- und Gelenktuberkulose. 2. Aufl. Leipzig: F. C. W. Vogel. 1925.
- KOCHER, TH.: Vergleiche älterer und neuerer Behandlungsmethoden von Knochen- und Gelenktuberkulose. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Jahrg. 1915.
- LAQUEUR, F.: Über Lichttherapie bei Kriegsverletzungen. Strahlentherapie, Bd. 7, Heft 6. 1916.
- LUDLOFF, L.: Die Tuberkulose der Knochen. Lehrb. d. Orthop. von F. LANGE. 2. Aufl. Jena: G. Fischer. 1922.
- MALTEN, H.: Die Lichttherapie. München: J. F. Bergmann. 1926.
- MARCUSE, J.: Luft- und Sonnenbäder. Stuttgart: F. Enke. 1925.
- ODIER, R.: La lumière, son rôle biologique et thérapeutique. Bibliothèque universelle et Revue suisse, Bd. 24, S. 123ff.; Bd. 25, S. 501ff. 1904.
- DE QUERVAIN, F.: Die Pflicht der Gegenwart gegenüber der chirurgischen Tuberkulose. Basel: B. Schwabe. 1913.
- REYN, A. u. N. P. ERNST: Über die Anwendung von Lichtbädern bei Lupus vulgaris und chirurgischer Tuberkulose. Strahlentherapie, Bd. X, Heft 1. 1920.
- RIEDER, H.: Licht- und Lufttherapie. Lehrb. d. Ther. inn. Krankh. von P. KRAUSE u. C. GARRÉ, Bd. 1, S. 260ff. Jena: G. Fischer. 1911.
- ROATTA, G. B. u. A. ROLLIER: L'Elioterapia nella pratica medica e nell'educazione. Milano: Ulrico Hoepli. 1914.
- ROLLIER, A.: Die Heliotherapie der Tuberkulose. Berlin: J. Springer. 1913.
- DERSELBE: La cure de soleil. Paris et Lausanne: Payot. 1914.
- DERSELBE: Heliotherapy. Oxford med. publications. 1923.
- SCHANZ, F.: Licht und Lichtbehandlung. Strahlentherapie, Bd. 9, Heft 2. 1919.
- SCHMIDT, H. E.: Kompendium der Lichtbehandlung. 3. Aufl. Herausgeg. von OTTO STRAUSS. Leipzig: G. Thieme. 1921.
- v. SCHROETTER, H.: Der gegenwärtige Stand der Heliotherapie der Tuberkulose. Ber. d. intern. Vereinig. geg. d. Tuberkul. Berlin. 1912.
- SOKOLOV, P.: Die neuere physikalische Therapie und ihre Erfolge. Bern: Wagnersche Verlagsbuchhandlung. 1916.
- SORGO, E.: Über die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mit reflektorischem Sonnenlicht. Wiener klin. Wochenschr. 1904.
- STRANDBERG, O.: Die Anwendung des universellen Lichtbades in der Rhino-Laryngologie. Strahlentherapie, Bd. 10, Heft 1. 1920.
- THEDERING, E.: Sonne als Heilmittel. Oldenburg: H. Stalling. 1917.
- VULPIUS, O.: Über die Lichtbehandlung der chirurgischen Tuberkulose. Münch. med. Wochenschr., Nr. 20. 1913.
- WITTEK, A.: Zur Sonnenbehandlung der Tuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 14, Heft 1. 1922.
- ZIMMERN, A.: Les bases physiol. de l'héliothérapie. Presse méd., Nr. 38. 1913.

Sammelwerke

1. Die Tuberkulose und ihre Bekämpfung in der Schweiz. Bern: A. Francke. 1917. (BERNHARD, O.: Die Heliotherapie und ihre Entwicklung in der deutschen Schweiz. S. 28 bis 47. — ROLLIER, A. u. D. GUYE: Die Heliotherapie der chirurgischen Tuberkulose in der französischen Schweiz. S. 448 bis 491.)

2. Handbuch der Balneologie, medizinischen Klimatologie und Balneographie. Herausgegeben von E. DIETRICH und S. KAMINER. Leipzig: G. Thieme. 1924. (BERNHARD, O.: Sonnenlichttherapie, Bd. 4. S. 188 bis 220.)

3. Verhandlungen der klimatologischen Tagung in Davos 1926. Basel: B. Schwabe. 1926. (BERNHARD, O.: Heliotherapie bei chirurgischen Leiden. S. 413 bis 430. — STEPP, W.: Über den Einfluß des Sonnenlichtes auf die Knochenbildung. S. 431 bis 436.)

Die Behandlung chirurgischer Erkrankungen mit künstlichen Lichtquellen

Von

Ole Chievitz-Kopenhagen

Mit 8 Abbildungen

Dieser Abschnitt soll teils die künstliche Lichtbehandlung der chirurgischen Tuberkulose selbst, wie wir sie jetzt im FINSEN-Institut in Kopenhagen nach jahrelangem Experimentieren handhaben, teils die Indikation für die Behandlung der verschiedenen Formen und Lokalisationen besprechen, und dabei wird es auch notwendig werden, etwas näher auf die Differentialdiagnose einzugehen.

Während gegen Ende des vorigen Jahrhunderts die Behandlung der chirurgischen Tuberkulose Gegenstand sehr häufiger Diskussionen war, ist es dann etwas still davon geworden, bis besonders BERNHARDS und ROLLIERS Arbeiten die Frage wieder in Fluß brachten: früher ging der Streit der Meinungen mehr um den stärkeren oder geringeren Radikalismus des operativen Eingriffes, jetzt steht die Behandlung dagegen ausgesprochen im Zeichen des Konservatismus. Während die oben genannten Autoren mit Sonnenlicht arbeiteten, begannen im Jahre 1912/13 ungefähr gleichzeitig und unabhängig voneinander VULPIUS (Rappenaу), HAGEMANN (Marburg), REYN (Kopenhagen) und HEYERDAHL (Oslo) künstliche Lichtquellen anzuwenden.

Daß die chirurgische Tuberkulose ein ernstes Leiden ist, braucht nicht besonders betont zu werden und es sei gleich gesagt, daß eine alte fistulöse Koxitis oder Spondylitis bei einem Erwachsenen in den meisten Fällen mit den im Augenblick verfügbaren Mitteln kaum zur wirklichen Heilung gebracht werden kann.

Wir kommen hier zu einem zweiten fundamentalen Punkt bei der chirurgischen Tuberkulose: man hat nämlich aufs schärfste zwischen Kindern und Erwachsenen zu unterscheiden. Bei den Kindern verläuft die Krankheit durchwegs viel gutartiger als bei Erwachsenen und deshalb sind alle Statistiken, welche die Resultate bei Kindern und Erwachsenen zusammenwerfen, meiner Meinung nach recht wertlos.

In bezug auf die Häufigkeit der Krankheit weichen die Statistiken auch etwas voneinander ab, sie ist sicher auch an den verschiedenen Orten nicht gleich: eine neue und sicher besonders zuverlässige über die Verhältnisse in Schweden findet sich in SVEN JOHANSSONS Buch, der angibt, daß in Schweden von 10000 Einwohnern jährlich 5,56 Kinder (unter 15 Jahren) und 1,62 Erwachsene befallen werden.

Die Dauer der Krankheit wird sehr häufig unterschätzt. Es handelt sich selten um Monate, fast immer um Jahre, und zwar um viele Jahre, und das muß man bei der Behandlung im Auge behalten; selbst wenn wir durch die Lichtbehandlung

den Verlauf abkürzen können, wird sie doch immer sehr langwierig sein, wovon der Patient von vornherein Kenntnis haben soll.

Auf die Infektionswege und -arten will ich hier nicht näher eingehen, sondern nur darauf hinweisen, daß viele Forscher bei ihren Tuberkelbazillenuntersuchungen, die von chirurgischen Fällen herstammten, besonders bei Kindern, überwiegend den bovinen Typus fanden und annehmen, daß es sich um Infektion durch die Kuhmilch handelt; höchstwahrscheinlich ist das auch dort der Fall, wo die Milchkontrolle nicht sonderlich gut ist. — In Kopenhagen, meine ich, können wir in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als Infektionsquelle Kranke mit offener Lungentuberkulose in nächster Umgebung unserer Patienten nachweisen.

Man kann in seinen Anforderungen bei der Diagnose nicht streng genug sein. Es werden natürlich immer einige Fälle verbleiben, wo die Diagnose „Tuberkulose“ zweifelhaft ist; man kann es ja durchaus verantworten, diese mit Lichtbädern zu behandeln, nur dürfen sie in der Statistik nicht als geheilte Tuberkulosen figurieren, und mit der Zeit lernen wir ja auch mit größerer Sicherheit Krankheiten auszuscheiden, die in älteren Statistiken als tuberkulös bezeichnet wurden, z. B. LEGG-PERTHES-CALVÉS Hüftleiden und die Lösung der Eminentia capitata humeri.

Die Tuberkulinreaktionen sind ja unentbehrlich, aber sie können einen auch im Stiche lassen. Teils können ausgesprochene Tuberkulosefälle auf PIRQUET nicht reagieren (wir sehen von Patienten in extremis dabei ab), teils sagt die Reaktion ja bekanntlich nur, daß der Patient irgendwo einen tuberkulösen Herd hat, aber nicht, ob das fragliche Leiden tuberkulöser Natur ist. Die subkutane Tuberkulininjektion hat mir in differentialdiagnostischer Beziehung oft nicht geholfen — wir bekamen häufig Fieber und Allgemeinsymptome, aber nur äußerst selten wirkliche „Fokalsymptome“ in dem befallenen Teil, und mehrmals hat es sich trotz positiver Herdreaktion nicht um Tuberkulose gehandelt, u. a. bei einem Fall von Meniscusluxation (operativ bestätigt).

Die Röntgenphotographie leistet uns bei allen Knochen- und Gelenkerkrankungen unschätzbare Dienste; aber es kann nicht energisch genug betont werden, daß die Bilder gut sein müssen. Schlechte Röntgenphotographien sind schlimmer als gar keine. Am häufigsten werden, meinem Eindruck nach, Fehler beim Handgelenk begangen; auf eine schlechte, unscharfe Platte hin diagnostiziert man „Tuberkulose“, während eine gute Photographie uns eine Fraktur des Carpalknochens entpuppt.

Ebenso muß man sich klar sein, daß es einige Zeit dauern kann, bis die tuberkulöse Veränderung im Knochen einen solchen Grad erreicht hat, daß sie sich röntgenologisch zu erkennen gibt, selbst wenn zweifelloso klinische Anzeichen für das Leiden vorhanden sind — auch haben wir mehrmals beobachtet, daß das Leiden klinisch sich entschieden gebessert hatte, während das Röntgenbild anscheinend Verschlimmerung aufwies. Daß lange nach eingetretener sicherer Heilung erhebliche Röntgenveränderungen nachgewiesen werden können, braucht nur angedeutet zu werden.

Unsere Hauptbehandlungsmethode in FINSSENS medizinischem Lichtinstitut zu Kopenhagen ist das universelle Kohlenbogenbad, das schon von FINSSEN selbst lange Zeit bei verschiedenen Erkrankungen und seit 1913 auf REYNS Initiative hin auch bei chirurgischer Tuberkulose angewandt wurde. Wir haben im Laufe der Zeit die verschiedensten künstlichen Lichtquellen erprobt, aber wir sind immer wieder zum Kohlenbogenlicht zurückgekehrt, wenn wir auch bei kleinen Kindern gelegentlich Quecksilberquarzlampen anwenden.

Nach vielem Experimentieren sind wir jetzt bei zwei Lampeninstallationen verblieben: die große und die kleine Bogenlampe.

Daß die erwähnten Lichtbadmodelle die einzig seligmachenden sind, glauben wir durchaus nicht, aber anderseits hat sich gezeigt, daß es nicht genügt, sich irgendwelche Kohlenbogenlampen (meist frühere Straßenbeleuchtungslampen)



Abb. 1. 17jährige Frau. Typische Osteo-arthritis tuberculosa man. sin. mit starker Schwellung. Das Röntgenogramm zeigt zu Beginn der Kur nur Knochenatrophie

anzuschaffen und dann zu glauben, man könne so Lichttherapie treiben. Nicht selten hatten wir Gelegenheit, uns von ungeeigneten Installationen zu überzeugen; das sicherste Zeichen ist, daß keine Pigmentierung bei den Patienten eintritt.

Die Patienten werden nun völlig nackt (nur mit einem Schirm oder schwarzen Brillen vor den Augen) unter die Lampen gebracht. Wir verabfolgen die Lichtbäder in der Regel dreimal wöchentlich (jeden zweiten Tag); man beginnt mit zirka zwanzig Minuten und steigert jedesmal um zirka fünfzehn Minuten, bis zu zweieinhalb Stunden; höher gehen wir nicht. Wir veranlassen die Patienten so nahe an das Licht heranzugehen, wie sie es bei der Hitze ertragen können, und sich in bestimmten Abständen umzudrehen, so daß alle

Teile möglichst gleichmäßig belichtet werden. Wunden und Fisteln bleiben beim Lichtbad ohne Verband, und wenn der Kranke sich wegen Schmerzen nicht



Abb. 2. Nach halbjähriger Lichtbehandlung besteht klinisch sehr ausgesprochene Besserung, aber das Röntgenbild zeigt nun beträchtliche Destruktion

bewegen kann, können wir ihn zu den drei Lampen im Bett fahren lassen und die Behandlung im Bett verabfolgen.

Während des Lichtbades tritt sehr starke Transpiration auf; danach wird den außer Bett befindlichen Patienten eine temperierte Dusche verabfolgt und die bettlägerigen werden abgewaschen.

Gelegentlich können Funken von den Kohlen herabfallen und eine ganz oberflächliche, punktförmige Verbrennung machen, aber dabei könnte auch das

Lager einmal in Brand geraten, weshalb immer Aufsicht zugegen sein muß. Gleichzeitig muß man auf Spondylitiden mit Aufhebung der Sensibilität z. B. sehr sorgfältig achtgeben, damit diese Patienten dem Lichte nicht zu nahe kommen und sich Verbrennungen zuziehen.

Anfangs tritt nach dem Lichtbad Rötung und eventuell Hautabschilferung ein, die alsbald in starke oder schwächere Pigmentationen von gesättigt bräunlicher Bronzefarbe übergeht. In der Regel werden die Lichtbäder gut vertragen, bei einigen rufen sie jedoch beträchtliche Müdigkeit hervor, die sich bis zu Übelbefinden steigert. In diesen Fällen muß man langsam vorgehen, eventuell bei kürzeren Zeiten stehen bleiben.

Die Behandlung im Kohlenbogenlichtbad, die einen starken Verbrauch an elektrischem Strom erfordert, ist, wo dieser nicht zu sehr billigem Produktionspreis zu haben ist, gewiß eine sehr kostspielige.

Es ist eine sehr berechtigte Frage: „Wie sollen wir uns die Wirkung der Lichtbäder und die der Heliotherapie im allgemeinen erklären?“ Wir wissen nichts Sicheres darüber. Wir müssen uns an das Faktum halten, daß erfahrene Ärzte überzeugt sind, daß für Patienten mit chirurgischer Tuberkulose die Lichtbehandlung wesentliche Vorteile bietet. Andererseits tut man gut daran, sich stets vor Augen zu halten, daß die Tuberkulose, und nicht zum wenigsten die chirurgische, eine Krankheit mit nicht geringer Tendenz zu spontaner Heilung ist.

Ich persönlich glaube, daß es diese spontane Heilungstendenz ist, die das Lichtbad auf eine oder die andere Weise unterstützt, indem es auf den Organismus inzitierend wirkt und daß es sich kaum um eine eigentliche spezifische antituberkulöse Therapie handelt; nicht selten sieht man daher die schönsten Resultate bei Patienten mit multiplen Foci und schlechtem Allgemeinzustand, wo man den Eindruck hat, es fehlt die Kraft zur Bildung einer „Schutzbarriere“. Erhalten diese Patienten Lichtbäder, so bessert sich ihr Allgemeinzustand oft verblüffend, die Prozesse grenzen sich ab und gehen zunächst verhältnismäßig rasch bis zu einem gewissen Punkt zurück, von wo aus lange Zeit bis zur endlichen Heilung verstreichen kann. In Übereinstimmung hiermit sehen wir oft, daß die Lichtbäderbehandlung keinen sonderlichen Effekt aufweist — und in jedem Falle erst nach langer Zeit — bei Patienten mit gutem Allgemeinzustand und einem lokalisierten, fibrös abgekapselten Prozeß, z. B. einer vereinzelter Fistel nach einer vor Jahren vorgenommenen Hüftresektion. Hier scheint die Wechselwirkung zwischen Organismus einerseits und dem kranken Focus andererseits so gering und so im Gleichgewicht zu sein, daß nichts zu einer Erhöhung des Schutzes drängt.

Ist obiges richtig, so meine ich, kann man einige praktische Konsequenzen daraus ziehen: zunächst soll man bei einem akuten Prozeß Lichtbäder geben, um den Organismus mehr zu stimulieren, die kranke Stelle abzugrenzen und, wenn möglich, zur Heilung zu bringen, oder jedenfalls sie durch derbes fibröses Gewebe abzukapseln, durch das vielleicht eine Fistel in das restierende tuberkulöse Granulationsgewebe führt. Wenn sich der Verlauf nun hinzieht, ist meiner Meinung nach die Indikation für die Operation gegeben; denn wir können entweder die ganze kranke Stelle in toto im gesunden Gewebe, dank der derben abgrenzenden Barriere entfernen, oder, wenn wir den Focus selbst angreifen müssen, geschieht das auch durch die derbe fibröse Membran hindurch, die einen Wall gegen die Ausbreitung von Infektionen nach der oft nur teilweisen Entfernung des Focus bildet. Ich meine also, man soll bei Tuberkulose, wenn irgend möglich, nicht im akuten Stadium operieren, sondern durch Lichtbäder eine gute Ab-

grenzung des Focus versuchen. Wenn, was glücklicherweise selten der Fall ist, eine absolute Indikation zur Operation im akuten, nicht abgekapselten Stadium besteht, glaube ich nicht, daß man sich mit einer Operation, wie z. B. der Resektion begnügen kann, die die kranke Stelle selbst angreift und das schlecht abgegrenzte tuberkulöse Gewebe zu entfernen sucht — hier wird die Indikation zur Amputation sein, die im geziemenden Abstand vom kranken Gewebe im gesunden vorgenommen wird. Solche Fälle kann man bei alten debilen Menschen beobachten, ohne daß jedoch das Alter eine Kontraindikation gegen die Lichtbehandlung ist; in mehreren Fällen habe ich z. B. bei sehr alten Leuten ausgezeichnete Resultate bei fistulöser Handgelenkstuberkulose gehabt.

Nach obigem wird man auch verstehen können, daß ich nicht dem Gesichtspunkt beitreten kann, daß man bei chirurgischer Tuberkulose nie oder fast nie operativ eingreifen soll, denn selbst wenn es richtig ist, daß ein Sequester im Laufe der Jahre resorbiert werden kann, braucht das nicht immer zu geschehen, und warum soll man die Kranken jahrelang mit einem Focus und eventuell mit einer Fistel herumlaufen lassen, wenn ein kleiner Eingriff mit großer Wahrscheinlichkeit, ohne größeres Risiko, in kurzer Zeit das Leiden beseitigen kann?

Bei Besprechung der speziellen Formen wird es sich des weiteren zeigen, daß ich auf einigen Gebieten sehr radikalen operativen Anschauungen huldige, z. B. bei der Kniegelenkstuberkulose der Erwachsenen, wo ich der Ansicht bin, man soll doch meistens die Resektion machen, selbst wenn die Beweglichkeit dabei verloren geht. Im großen ganzen muß man sagen, daß von manchen begeisterten Lichttherapeuten ein sehr unkritischer Kult mit dem Worte erhaltener oder erworbener Beweglichkeit durch die Strahlentherapie der Gelenktuberkulose getrieben wird; es handelt sich zu allernächst darum, dem Patienten ein schmerzfreies, sicheres Gelenk zu verschaffen (selbst wenn man auf die Beweglichkeit verzichten muß), das die Anforderungen des täglichen Lebens erfüllt, und nicht ein Gelenk, das bei Anstrengung schmerzhaft und unsicher wird, selbst wenn es etwas bewegt werden kann. Beweglichkeit ist ja auch ein relativer Begriff, und Patienten, denen nur ein Wackeln im Gelenk möglich ist, unter „Heilung mit Beweglichkeit“ figurieren zu lassen, bedeutet nur eine Verkenntung der faktischen Verhältnisse. Dazu kommt, daß, selbst wenn eine Lichtbehandlung vom besten Resultat gekrönt ist, es immer eine sehr langwierige Behandlung ist — länger, als man im allgemeinen meint. Das spielt vielleicht bei Kindern keine so große Rolle, die, selbst wenn sie bettlägerig sind, doch unterrichtet werden können; aber bei den meisten Erwachsenen wird eine jahrelange Behandlung eine äußerst ernste Angelegenheit sein, und wenn sie durch einen operativen Eingriff abgekürzt werden kann, wird das immer durchaus seine Berechtigung haben.

Man muß fordern, daß den Patienten außer den Lichtbädern die Behandlung zu teil wird, welche die Erfahrung als die beste erwiesen hat, frische Luft, häufige Bettruhe, nahrhafte Kost usw., und in vielen Fällen sind wir dies imstande; aber viele Patienten müssen ambulant behandelt werden und können nur vom Lichtbad selbst Gebrauch machen. Trotzdem erholt sich eine große Zahl. Wenn bei einzelnen kein Fortschritt und ein schlechter Allgemeinzustand zu konstatieren ist, wird die Besserung oft eintreten, wenn der Kranke ins Hospital aufgenommen wird und dadurch unter gute Verhältnisse kommt.

Wir halten darauf, daß das kranke Organ während der Behandlung geschont werden soll. Handelt es sich um die unteren Extremitäten (oder die Wirbelsäule), so geschieht das durch Bettruhe; bei den Oberarmen durch eine Mitella — dagegen gebrauchen wir keine Schienen oder Bandage, ausgenommen, wo Schmerzen bestehen; sind Schmerzen vorhanden, wird das Glied immobilisiert,

bis die spontanen Schmerzen geschwunden sind, selbstverständlich wird korrigierende Extension zur Hintanhaltung von Kontrakturen angewendet u. dgl., kurz orthopädische Indikationen müssen immer im Auge behalten werden.

Tuberkulöse Abszesse punktieren wir, wenn Perforation droht, oder wenn diese nach längerer Zeit sich nicht verkleinern, sonst überlassen wir sie meistens der spontanen Resorption.

Bei der Punktion pflegen wir keinerlei Injektionen in den Abszeß zu machen.

Die wesentliche Besserung des Allgemeinzustandes durch das Lichtbad sieht man nicht am wenigsten in den leider nicht seltenen Fällen schwerer fistulöser Koxitiden oder Spondylitiden bei erwachsenen Patienten, die man jahrelang, oft ohne Heilung zu erreichen, behandeln muß. Diese liegen zufrieden, gebräunt, bei gutem Allgemeinzustand da und bekommen keine amyloide Degeneration. (WALDENSTRÖM hat, mikroskopisch verifiziert, Leberamyloidosis unter dem Lichtbad verschwinden sehen.)

Für kontraindiziert halten wir die Kohlenbogenlichtbehandlung bei hohem Fieber und akuter Lungentuberkulose.

Bekanntlich wissen wir wenig Sicheres über die Immunisierung bei der Tuberkulose, aber rein klinisch kann festgestellt werden, daß sich eine absolute Immunität durch die Lichtbehandlung nicht einstellt; dazu sehen wir allzu oft Patienten, die nach Heilung eines Focus durch langdauernde Lichtbehandlung nach kürzerer oder längerer Zeit mit neuen tuberkulösen Manifestationen wieder eintreffen.

Wenn wir uns jetzt den speziellen Lokalisationen der Krankheit zuwenden, so will ich einleitend bemerken, daß wir Patienten aus dem ganzen Lande und meist Erwachsene im Krankenhaus aufnehmen und daß keiner abgewiesen wird, selbst wenn wir kein Zutrauen zu einem günstigen Ergebnis der Behandlung haben. Gleichzeitig führen wir über die Patienten nach ihrer Entlassung genaue Kontrolle; sie stellen sich dauernd vor, und wir sichern uns dadurch davor, daß eventuelle Rezidive lange unbeachtet bleibe; nur von einem geringen Prozentsatz der Behandelten haben wir keine späteren Nachrichten. In den Statistiken sind nur Fälle mit mindestens dreijähriger Beobachtungszeit aufgeführt, und zwar sind Kinder bis zu fünfzehn Jahren und Erwachsene getrennt (unter den Toten sind selbstverständlich auch die nach der Entlassung Gestorbenen mitgerechnet).

Unter Fällen mit Fisteln ist zu verstehen, daß diese längere Zeit bestanden hatten und nicht, daß ein Abszeß perforiert ist und kurze Zeit etwas Sekretion macht.

Wenn man indessen wegen der Raumverhältnisse nicht das ganze Journalmaterial mitteilen kann, ist es, meiner Meinung nach, ohne Nutzen, allzu viele Einteilungen zu machen, man soll sich vielmehr an allgemeine Richtlinien halten, wie auch die Prozentzahlen selbstverständlich nur orientierenden Wert haben.

Spondylitis

Die Spondylitis nimmt insofern eine Sonderstellung in der chirurgischen Tuberkulose ein, als bei ihrer Behandlung von operativen Mitteln — abgesehen von der Behandlung von Abszessen — nicht die Rede ist. (Die ALBEEsche Operation ist ja nicht eine direkte Behandlung der befallenen Stelle.)

Differentialdiagnostisch ist nicht viel anzuführen, seitdem wir ein so vortreffliches Hilfsmittel wie die Röntgenphotographie haben; aber zur frühzeitigen Diagnose sind gute Seitenaufnahmen erforderlich. Auf den Bildern sieht man auch oft Schatten, die als Abszesse gedeutet werden müssen, die sich klinisch in

vielen Fällen nicht zu erkennen gegeben hatten, doch muß man mit der Deutung hier vorsichtig sein, wie folgender Fall beweist.

33jähriger Mann mit Spondylitis dorsalis: auf dem Röntgenbild Anzeichen von Abszeß. Tod kurz nach der Aufnahme. Bei der Sektion keinerlei Abszeß und keine Erklärung für das Zustandekommen des Schattens.

Unsere Hauptbehandlung bei Spondylitis ist Bettruhe und Lichtbad. Erwachsene werden auf einer harten Unterlage ins Bett gelegt (ein Holzbrett mit einer dünnen Matratze darüber) und sollen auf dem Rücken liegen; treten dabei Schmerzen auf, so wird ein Gipsbett gemacht, in der sie eventuell auch zum Lichtbad transportiert werden. So führe ich die Behandlung gerne ein Jahr durch. Sind die Symptome geschwunden, so können die Patienten mit einem Gipskorsett aufstehen, das, wenn alles gut geht, nach einigen Monaten durch ein Lederkorsett ersetzt wird.

Selbstverständlich haben wir die lange Bettruhe nicht selten aufgegeben und den Patienten mit Lichtbad und Lederkorsett ambulant behandeln müssen; in vielen Fällen ist das auch gut gegangen, aber empfehlenswert ist das nicht.

Oft sehen wir im Verlaufe sich Abszesse bilden; diese werden punktiert, aber haben gleichwohl oft große Tendenz, die Haut zu perforieren; im allgemeinen schließen sich diese Fisteln jedoch nach einiger Zeit, und solche Fälle sind unter den Fistulösen nicht mitgerechnet.

Ganz anders stellt sich die Sache, wenn die Patienten mit jahrealten Fisteln in Behandlung kommen. Hier sind wir, meiner Meinung nach, in Wirklichkeit recht hilflos, und wir können jahrelang mit Bettruhe und Lichtbädern behandeln, ohne Heilung zu erzielen. Aber wir können sicher den Exitus damit etwas hinausschieben.

So ergibt sich bei Erwachsenen ohne Fisteln:

Symptomfrei	zirka 70%
Dauernd Symptome { Tuberkulose an anderen Stellen	
{ oder Abszesse	„ 20%
Gestorben	„ 10%

dagegen bei Erwachsenen, die mit langdauernden Fisteln in Behandlung kamen:

Symptomfrei	zirka 15%
Dauernd Symptome, besonders Fisteln	„ 35%
Gestorben	„ 50%

Kinder mit Spondylitis behandeln wir auch mit Bettruhe, sie werden aber immer in ein Gipsbett gelegt, das recht häufig erneuert wird, wobei man jedesmal die Stellung zu korrigieren sucht, um einer Gibbusbildung möglichst entgegenzuwirken. In gleicher Absicht werden stets dünne Filzplatten in das Gipskorsett unter den Gibbus gelegt; wenn die kleinen Patienten nach kürzerer oder längerer Zeit schmerzfrei sind, bekommen sie Erlaubnis, mehrere Stunden täglich ohne Bandage mit erhöhtem Oberkörper auf dem Bauch zu liegen, alles zur möglichsten Einschränkung des Gibbus.

Der oben erwähnte Unterschied in der Prognose bei Erwachsenen und Kindern geht klar aus den folgenden Zahlen im Vergleich mit den früher angeführten hervor:

Kinder ohne Fisteln:

Symptomfrei	zirka 80%
Dauernd Symptome	„ 10%
Gestorben	„ 10%

Kinder mit Fisteln:

Symptomfrei	zirka 50%
Dauernd Symptome, besonders Fisteln	„ 25%
Gestorben	„ 25%

Aber man darf nicht vergessen, daß bei diesen Kindern, die als symptomfrei figurieren, die Gibbusbildung nicht berücksichtigt ist, und ich fühle mich gedrungen, ein paar Worte hierüber zu sagen.

Wenn man Patienten untersucht, die im erwachsenen Alter sich eine Spondylitis zugezogen haben, wird die Gibbusbildung in der Regel sehr wenig ausgesprochen sein und das verändert sich auch im Laufe der Jahre nicht. Wenn man Kinder untersucht, die an Spondylitis im akuten Stadium leiden, tritt die Deformität auch oft wenig hervor, aber sie nimmt im weiteren Krankheitsverlauf etwas zu, trotzdem die Kinder im Gipsbett liegen; wenn man diese kleinen Patienten nach einigen Jahren wieder untersucht, wird man in einer ganzen Zahl von Fällen große PORTSche Buckel finden und die Eltern erklären uns dann, daß die sich seit der Entlassung aus dem Krankenhaus allmählich entwickelt hätten. Die Untersuchung ergibt, daß der tuberkulöse Prozeß selbst dauernd und völlig geheilt ist.

Die Ursache des Unterschiedes im späteren Verlaufe beim Erwachsenen und dem Kinde muß meiner Meinung nach im Wachstum gesucht werden; denn die Tuberkulose der Wirbelsäule ist in beiden Fällen geheilt. Wir können die Columna als aus zwei Knochenreihen bestehend betrachten; die vordere wird von den Corpora gebildet, die hintere von den Laminae mit den zugehörigen Processus articulares; diese zwei Reihen sind durch die Pedunculi fest miteinander verbunden, und damit die Columna während des Wachstums ihre normale Form behält, muß das Längenwachstum in den beiden Reihen gleichmäßig vor sich gehen.

Durch den tuberkulösen Prozeß werden jedoch ein oder mehrere Corpora destruiert und diese können infolgedessen am Wachstum der hinteren Reihe nicht teilnehmen; durch Zusammensinken der Körper bildet sich der kleine „primäre“ Gibbus; in der hinteren Reihe, wo keine Destruktion besteht, wachsen jedoch alle Laminae weiter; wir bekommen nun ein Mißverhältnis in der Länge der beiden Reihen und der Gibbus wird sich allmählich vergrößern, solange das Wachstum stattfindet; wir bekommen so den großen „sekundären Gibbus“. Dem Wachstum desselben wird jedoch in vielen Fällen von der oft begleitenden Atrophie der Laminae und der Subluxation in den Processus articulares entgegen gearbeitet. Um die Gibbusbildung möglichst zu vermeiden, läßt man für lange Zeit ein stark korrigierendes Gipsbett, jedenfalls für die Nacht, gebrauchen.

Eine Behandlung, die in den letzten Jahren viel von sich hat reden machen, ist die ALBEEsche Operation. Ich persönlich bin kein Anhänger von ihr. Im akuten Stadium kann sie niemals recht indiziert sein, da man hier einfach nicht weiß, über wieviele Corpora sich das Leiden erstreckt, das erst nach einiger Zeit zum Abschluß kommt, wobei die Veränderungen, wie oben erwähnt, Zeit haben müssen, um auf dem Röntgenbild deutlich zu werden. Im späteren Stadium arbeitet sie der natürlichen Heilung dadurch entgegen, daß die jetzt destruierten Corpora gegeneinander gepreßt und konsolidiert werden; daß man anscheinend so gute Resultate mit ihr bekommt, beruht wahrscheinlich darauf, daß die Patienten nach der Operation mehrere Monate still im Bette zu liegen gezwungen sind und nicht wie sonst alsbald mit einem Gipskorsett zur ambulanten Behandlung entlassen werden. Nach meinen experimentellen Erfahrungen mit

Knochentransplantationen muß ich annehmen, daß der kritische Zeitpunkt für die eingelegte Spange wegen der Morschheit infolge der Resorption zirka sechs bis neun Monate nach der Operation eintritt, und die Patienten sollten deshalb eigentlich Bettruhe halten, bis dieser Zeitpunkt überstanden ist. Eine wirkliche Indikation für die Operation besteht, glaube ich, dann, wenn bei Erwachsenen trotz einer gut geleiteten konservativen Behandlung dauernd Schmerzen bestehen; möglicherweise kann es sich dabei um eine „Pseudarthrose“ an der betroffenen Stelle handeln.

Bei Kindern hat WALDENSTRÖM in Fällen, wo der Prozeß zum Stillstand gekommen war, mit der ALBEESchen Operation sehr schöne Resultate erzielt. Durch stark korrigierende Gipsbettbehandlung verringerte er den Gibbus. Hier wendet er also die Operation zur Fixierung des Resultats an. Bei den veralteten fistulösen Fällen, denen wir recht hilflos gegenüberstehen, nützt sie nichts.

Coxitis

Was die Diagnose der Coxitis tuberculosa betrifft, so wird diese in den meisten Fällen durch sorgfältige klinische Untersuchung und durch das Röntgenbild gesichert werden können, aber besonders bei Kindern bleiben wir doch nicht selten im Zweifel. In vielen Fällen wird ein gutes Röntgenbild diesen jedoch beseitigen, z. B. indem es Coxa vara oder Epiphysiolysis oder eine LEGG-CALVÉ-PERTHESsche Krankheit nachweist; an letztere soll man besonders denken, da sie gerade bis zur jüngsten Zeit in den Statistiken als Tuberkulose figuriert und diese deshalb allzu günstig gestaltet hat; doch begegnen wir andauernd Fällen, wo die Diagnose zweifelhaft ist; klinisch ähneln sie einer leichten Coxitis, röntgenologisch sind keine Veränderungen zu erkennen; ist die PIRQUETSche Reaktion positiv, müssen sie als Tuberkulose mit Bettruhe und Lichtbädern behandelt werden. In der Regel schwinden die Symptome in recht kurzer Zeit, die Beweglichkeit wird normal, und sie rezidivieren nicht; das ist ja ausgezeichnet, aber man soll sie nur nicht als geheilte tuberkulöse Koxitiden aufführen.

Wo die Diagnose sicher ist, behandeln wir sowohl Erwachsene als auch Kinder mindestens ein Jahr lang mit Bettruhe auf harter Unterlage und verabfolgen gleichzeitig Lichtbäder; bestehen Schmerzen, wird ein Extensionsverband angelegt, der im Lichtbad abgenommen wird; das gleiche gilt, wenn eine Kontraktur besteht; diese soll korrigiert werden (bei Kindern macht man in der Regel auch Extension am gesunden Bein, um das Becken zu fixieren). Die Extension soll, besonders bei Erwachsenen, so kurze Zeit wie möglich angewendet werden, damit das Knie in seiner Beweglichkeit nicht geschädigt werde.

Bei Kindern gehe ich operativ niemals über eine Abszeßeröffnung oder ähnliches hinaus, und auch bei Erwachsenen bin ich mit der Resektion sehr zurückhaltend, da mir die Resultate nicht hinreichend gut erscheinen; in einem sehr großen Prozentsatz bekommen wir nach diesem Eingriff dauernde Fisteln und Eiterungen, sicher als Folge davon, daß wir in der tiefen, recht unübersichtlichen Wundhöhle das infizierte Gewebe nicht radikal genug entfernen können.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, sind die Aussichten für Erwachsene, die vor der Bildung von Fisteln in Behandlung kommen, einigermaßen gut.

Erwachsene ohne Fisteln:		
Symptomfrei	zirka	60%
Dauernd Symptome	„	25%
Gestorben	„	15%

Coxitis bei Erwachsenen, die mit chronischen Fisteln als Zeichen ausgedehnter Suppurationen in Behandlung kommen, gibt trotz jahrelanger Lichtbehandlung eine ebenso schlechte Prognose wie die entsprechenden Spondylitiden.

Erwachsene mit Fisteln:

Symptomfrei	zirka 20%
Dauernd Symptome, besonders Fisteln	„ 30%
Gestorben	„ 50%

Bei Erwachsenen, die genesen, kommt es meist zur Ankylose oder nur zu einer geringen Beweglichkeit; wird die Hüfte schmerzfrei, so nehme ich das als ein gutes Resultat; aber, wie gesagt, die Behandlung wird mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Bei Kindern besteht oft eine Tendenz zur Flexionskontraktur, der auch nach Abschluß der eigentlichen Behandlung mit Bandagen entgegengearbeitet werden muß. Auch hier erweist sich die Prognose als weit günstiger.

Kinder ohne Fisteln:

Symptomfrei	zirka 80%
Dauernd Symptome	„ 10%
Gestorben	„ 10%

Kinder mit Fisteln:

Symptomfrei	zirka 50%
Dauernd Symptome, besonders Fisteln	„ 30%
Gestorben	„ 20%

Die geheilten Kinder zeigen oft eine Beweglichkeit in der Hüfte von 30 bis 40 Grad, und bei fast normaler Beweglichkeit bleibt die Diagnose Tuberkulose immer etwas unsicher.

Eine nicht ganz kleine Gruppe machen die Patienten aus (hier ist nur von Erwachsenen die Rede), die nach einer in einem anderen Hospital vorgenommenen Hüftreaktion mit Fisteln aufgenommen werden; denn daß eine solche sehr häufig von Fisteln begleitet wird, ist ein Faktum, um das die Chirurgie nicht herumkommt. In sicherlich zirka 80% besteht Fistelbildung, in vielen Fällen nur eine einzige, die sich nach mehr oder weniger langer Zeit schließt und die Arbeitsfähigkeit des Patienten nicht sonderlich behindert; aber in gewiß über der Hälfte der Fälle werden Fisteln notiert und in mehr als 50% von ihnen sterben die Kranken an ihren chronischen Eiterungen.

Wie erwähnt, sind diese Fälle unserer Erfahrung nach kein dankbares Feld für die Lichtbehandlung. Einige von ihnen haben wir noch zur Heilung bringen können, aber das sind überwiegend leichtere Fälle, die kurz nach der Operation in Behandlung kamen, so daß die Wirkung nicht so überzeugend ist, und die Fälle, die mit veralteten Fisteln und ausgebreiteten Suppurationen kamen, haben zum größten Teil nur Enttäuschungen gebracht. Möglicherweise kann man in diesen Fällen durch eine Kombination mit dem SPRENGELschen Eingriff (und Offenlassen der Wunde) und danach Lichtbäder etwas mehr erreichen.

Unsere Resultate (leichte und schwere) ergeben:

Geheilt	zirka 50%
Dauernd Fisteln	„ 25%
Gestorben	„ 25%

Nicht selten sehen wir sowohl Spondylitis als auch Coxitis beim selben Patienten.

Arthritis tuberculosa genus

Kehren wir wieder zur Tuberkulose des Kniegelenks zurück, so muß man hier noch schärfer als bei anderen Leiden zwischen Erwachsenen und Kindern unterscheiden. Bei den letzteren ist die Behandlung aufs äußerste konservativ (ich habe hier im Hospital nicht eine einzige Resektion bei Kindern unter fünfzehn Jahren vorgenommen); sie bleiben zu Bett und bekommen Lichtbäder; bestehen Schmerzen, wird ein abnehmbarer Schienenverband angelegt. Bei Kontrakturen wird selbstverständlich Extension und Seitenzug usw. gebraucht; Abszesse werden eröffnet. Bei den schweren Fällen nimmt die Behandlung Jahre in Anspruch, aber meist ist das Resultat günstig; was ja besonders zur konservativen Behandlung veranlaßt, ist zum Teil die Erhaltung der Beweglichkeit und in den Fällen, wo diese infolge allzu großer Zerstörung doch vernichtet ist, die Vermeidung der abschreckenden Verkürzung, die so oft die Folge der Resektion im Kindesalter ist.

Wir haben bei Kindern:

Geheilt	zirka 65%
Symptome, jahrelang nach der Behandlung	„ 20%
Gestorben	„ 15%

Von den Geheilten haben ungefähr ein Drittel Ankylose oder fast Ankylose. Von dem Rest hat ein geringer Teil sehr beschränkte Beweglichkeit; die meisten können von der Extensionsstellung aus mehr als 60 Grad flektieren.

Von den Kindern, die trotz mehrjähriger Behandlung dauernd Symptome seitens des Knies aufwiesen, wurde fast die Hälfte später reseziert, aber das geschah im Alter über vierzehn Jahre, so daß die Wachstumshemmung nur eine geringe Rolle spielen konnte, und sie sind jetzt symptomfrei.

Aber selbst in günstigen Fällen nimmt die Lichtbehandlung lange Zeit, oft mehrere Jahre in Anspruch, und ich habe im Grunde den Eindruck, daß, wenn die Heilung hier längere Zeit als bei Coxitis dauert, dies vielleicht zum Teil darauf beruht, daß man beim Kniegelenk selbst recht unbedeutende Abweichungen vom Normalen palpieren kann, so daß man in seinem Urteil strenger als bei dem mehr versteckten Hüftgelenk ist; aber auch Schmerzen beim Stützen auf das Bein weichen spät.

In der Literatur wird selbst von begeisterten Lichtanhängern immer angeführt, daß extraartikuläre Foci operativ entfernt werden sollen, bevor sie in das Gelenk hineingehen; die Prognose wäre dann ausgezeichnet. Das ist auch alles ganz richtig, aber meiner Erfahrung nach geschieht es sehr selten, daß wir diesem „angenehmen“ Leiden gegenüberstehen.

Handelt es sich um Erwachsene mit ausgesprochener Knietuberkulose (Fungus), so hat die Erfahrung mich gelehrt, daß es nur ein Spielen mit der Zeit der Patienten ist, wenn man ihnen Lichtbehandlung verabfolgt. Man kann sie jahrelang mit Licht und Bettruhe behandeln, das Knie kann etwas abschwellen, aber wenn die Patienten aufstehen und herumzugehen anfangen, treten die Symptome in Wirklichkeit immer wieder auf; sie sind bei dieser Form ja meist nicht sonderlich stark, charakteristisch ist, daß von den Patienten hier oft angegeben wird, daß die Schmerzen besonders beim Gehen auf unebenen Wegen auftreten und ein Gefühl von Unsicherheit geben; so kommen denn wieder viele und wünschen reseziert zu werden.

Weshalb ich zur schleunigen Resektion rate, hat seinen Grund darin, daß sie, im Gegensatz zur Hüftresektion, wirklich radikal, mit vorzüglichem Resultat und mit sehr geringem Risiko ausgeführt werden kann. Ich stütze mich dabei

nicht allein auf meine Erfahrungen in meiner Klinik, sondern auch auf die Nachuntersuchungen einer großen Zahl anderwärts Operierter. Die Patienten bekommen eine schmerzfreie Extremität, mit der sie lange gehen können; über die aufgehobene Bewegungsfähigkeit im Kniegelenk klagen sie erstaunlich wenig, am meisten scheint es sie beim Sitzen in der Straßenbahn zu behindern. Wenn man sie lehrt, das Fußgelenk gut zu bewegen, ist der Gang sehr wenig auffällig und der größte Teil wird innerhalb sechs Monate nach der Operation wieder arbeitsfähig. Im Gegensatz hiezu stehen die konservativ mit Licht Behandelten, die nach Jahren nur ein sehr kurzes Stück Weges gehen können und dann wieder gleich ausruhen müssen, und die meist doch eine sehr eingeschränkte Bewegungsfähigkeit haben; für viele ist das Resultat gleichwohl eine Ankylose, die im Gegensatz zur Resektion zu ihrer Ausbildung Jahre in Anspruch genommen hat und die vielleicht den Keim in sich trägt, eines schönen Tages neue Beschwerden zu machen.

Für die ganz leichten Formen der Kniegelenktuberkulose (Hydrops) ergeben sich natürlich andere Verhältnisse. Hier muß jedoch hervorgehoben werden, daß die Diagnose Tuberkulose nicht immer sicher ist, namentlich sieht man bei jungen Frauen nicht selten Formen mit leichter Kapselverdickung, Wasseransammlung und Schmerzen; keine Veränderungen im Röntgenbild. Ein Teil von ihnen ist sicher keine Tuberkulose (die Probeexzision ergibt negatives Resultat), sie können in einigen Fällen recht schnell ausheilen, in anderen dauert es länger, aber in der Regel genesen sie mit guter Beweglichkeit und werden dann in den Statistiken oft als geheilte Tuberkulosen mit voller Beweglichkeit figurieren.

Bei Knieleiden, glaube ich, soll man in größerer Ausdehnung als es gewöhnlich geschieht, die Probeexzision der synovialen Kapsel zur histologischen Untersuchung und Tierimpfung machen; ich habe bei tuberkulösem Gelenk keine Fistelbildung danach gesehen.

Die beginnenden Fälle mit Hydrops wird man natürlich mit Licht und Bettruhe behandeln, aber das dauert oft lange Zeit, bis das Exsudat schwindet, und die Bettruhe muß sich über viele Monate erstrecken, um einigermaßen gegen Rezidive gesichert zu sein, und selbst bei dieser Behandlung ist man nicht sicher davor, daß der Hydrops nicht in einen Fungus übergeht.

Dagegen hatten wir von der konservativen Lichtbehandlung große Freude bei sehr schwerer und außerordentlich schmerzhafter Gelenktuberkulose mit großen Senkungsabszessen in der Umgebung des Gelenkes und in der Muskulatur; Fälle, die am ehesten eine Indikation zur Amputation abgaben. Die Patienten, es handelte sich um zwei junge Frauen, wurden unter der Lichtbehandlung sehr bald schmerzfrei, die Abszesse resorbierten sich teils, teils blieben sie nach der Punktion fort, und die eine wurde gesund mit schmerzfreier Ankylose entlassen, die andere ist dauernd in Behandlung.

Zur Orientierung will ich einige Zahlen anführen:

Erwachsene, konservativ mit Licht behandelt:

Geheilt	zirka 40%
Dauernd Symptome	„ 40%
Gestorben	„ 20%

Erwachsene, die reseziert wurden:

Geheilt	zirka 70%
Dauernd Symptome	„ 10%
Gestorben	„ 20%

Unter den konservativ Geheilten haben über die Hälfte Ankylose oder nur Beweglichkeit von 20 Grad. Unter denen, die jetzt eine Bewegungsfähigkeit über 90 Grad haben, sind nur wenige, wo die Diagnose Tuberkulose über jeden Zweifel erhaben war.

Unter den Operierten sind selbstverständlich viele, die früher jahrelang konservativ behandelt wurden.

Bei alten Leuten habe ich Enttäuschungen mit der Resektion erlebt, da keine Konsolidierung zu erzielen war.

In einzelnen Fällen wurde primär amputiert, besonders wenn es sich um ältere Leute mit Fisteln und septischen Phänomenen oder Lungentuberkulose handelte.

Tuberculosis pedis

Bei der Fußtuberkulose hat man zu unterscheiden zwischen 1. Arthritis talo-cruralis, 2. Ostitis oder Osteo-Arthritis in den Tarsalknochen und schließlich 3. Ostitis in den kleinen Röhrenknochen (Metacarpi und Phalangealknochen). den sogenannten Spinae ventosae.



Abb. 3. 18jähriger Mann mit schwerer Arthritis tuberculosa talo-cruralis dextra mit Fisteln und Abszessen sowie Spondylitis cervicalis und tuberkulöse Abszesse am Thorax und linken Unterschenkel. Nach einem Jahr alle Leiden geheilt. Gang ohne Behinderung. Bewegungen im Talo-crural-Gelenk 90 bis 115 Grad

Die Behandlung jeder Fußtuberkulose soll durch Bettruhe unterstützt werden, so daß man sicher ist, daß der Fuß nicht gebraucht wird; ist das aus äußeren Gründen nicht möglich, sollen Erwachsene, ohne sich auf den Fuß zu stützen, auf Krücken gehen, und Kinder sollen zur und von der Behandlung gefahren werden. Bestehen Schmerzen, wird Immobilisation mit Winkelschienen angewendet.

Wie bei der Handgelenkstuberkulose, hat man hier den Eindruck, daß eine prozentual große Zahl von Kranken Lungentuberkulose hat oder später bekommt.

Auch bei diesen Erkrankungen zeigt es sich, daß die Kinder in den meisten Fällen bei der konservativen Lichtbehandlung, und in der Regel im Laufe eines Jahres, genesen (bei den leichten Spinae ventosae jedoch in kürzerer Zeit) und bei Nachuntersuchungen findet man in den meisten Fällen richtig gute Beweglichkeit und volle Funktion.

Bei Erwachsenen ist die Beurteilung schwieriger, und ich habe den Eindruck, daß auch bei diesen das Alter eine große Rolle spielt. Während somit junge Leute auf die Behandlung oft vortrefflich reagieren, selbst wenn der Fall schwer und durch ausgebreitete Fistelbildung kompliziert ist (s. Abb. 3, 4), sieht man bei älteren, bei selbst nicht so schweren Fällen oft einen sehr hartnäckigen Verlauf und trotz langwieriger Behandlung endet man schließlich bei der Amputation. Die Resektion des Fußgelenkes mit Talus-exstirpation ist in solchen Fällen gleichfalls einige Male vorgenommen und gibt bekanntlich oft gute Resultate; aber auch hier kommt es in schwereren Fällen bei älteren Leuten oft zu ausgedehnter Fistelbildung, so daß man sich bei diesen mit einer primären Amputation sicher oft gut steht, die nicht selten auch a. m. Pirogoff mit gutem funktionellen Resultat ausgeführt werden kann. Die schlechten Resultate bei älteren Leuten stehen vermutlich mit den schlechten Zirkulationsverhältnissen am Fuße in Verbindung.



Abb. 4. Derselbe Patient wie Abb. 3 ein Jahr später

Bei Kindern und jungen Leuten ist die Lichtbehandlung, glaube ich, absolut indiziert und wird in den meisten Fällen zum Ziele führen, selbst wenn sie auch ein bis eineinhalb Jahre erfordert (früher wurde anderseits ein Fuß nach der Resektion selten wirklich brauchbar). Das funktionelle Resultat ist meist gut, wenn auch die Beweglichkeit beschränkt bleibt. Bei älteren Leuten über etwa 50 Jahre kann man die Lichtbehandlung versuchen, aber wenn sie nach einem halben Jahre keine wirkliche Besserung zeigt, soll man, meiner Meinung nach, die Amputation unter genauer Überwachung vornehmen.

Bei Kindern und jungen Leuten ist die Lichtbehandlung, glaube ich, absolut indiziert und wird in den meisten Fällen zum Ziele führen, selbst wenn sie auch ein bis eineinhalb Jahre erfordert (früher wurde anderseits ein Fuß nach der Resektion selten wirklich brauchbar). Das funktionelle Resultat ist meist gut, wenn auch die Beweglichkeit beschränkt bleibt. Bei älteren Leuten über etwa 50 Jahre kann man die Lichtbehandlung versuchen, aber wenn sie nach einem halben Jahre keine wirkliche Besserung zeigt, soll man, meiner Meinung nach, die Amputation unter genauer Überwachung vornehmen.

(In der folgenden Statistik sind unter „Geheilt“ auch die Fälle aufgeführt, die bei der Aufnahme Spondylitis oder Coxitis hatten, selbst wenn diese Leiden noch Symptome machen, wenn nur der Fuß geheilt war. Wenn dagegen die Spondylitis oder Coxitis erst nach Heilung der Fußerkrankung auftrat, ist der Fall als „dauernd Symptome machend“ aufgeführt.)

Arthritis tuberculosa talo-cruralis

Kinder:

Symptomfrei	zirka 80%
Dauernd Symptome	„ 10%
Gestorben	„ 10%

und die Resultate sind bei Fällen mit oder ohne Fisteln praktisch die gleichen.

Erwachsene ohne Fisteln:		
Symptomfrei	zirka	70%
Dauernd Symptome.	„	20%
Gestorben	„	10%
Erwachsene mit Fisteln:		
Symptomfrei	zirka	40%
Dauernd Symptome	„	40%
Gestorben	„	20%

Unter den Patienten mit dauernden Symptomen sind, wie erwähnt, eine recht große Menge mit Lungentuberkulose, mehrere haben die sekundäre Fußgelenkresektion gemacht bekommen und sind jetzt symptomfrei, und einige ältere sind amputiert und nun gesund.

Für die Osteo-Arthritiden im übrigen Tarsusabschnitt gilt das gleiche, was über die Fußgelenkstuberkulose gesagt ist. Hier wird jedoch oft eine Indikation bestehen, durch Evidement die Heilung des Prozesses zu beschleunigen.



Abb. 5. 3½-jähriges Mädchen mit Ostitis tuberculosa calcanei mit Fisteln und Sequestern.
Keine Operation. Kein Abstoßen von Sequestern

Bei der häufigen Ostitis calcanei bei Kindern (oft fistulösen Fällen) haben wir zufällig 100% Heilungen (selten einmal nehmen wir die Excochleatio vor, wenn es sich zu sehr hinzieht). Wie vollständig die Restitutio ad integrum werden kann, zeigen Abb. 5 und 6.



Abb. 6. Derselbe Patient (Abb. 5) fünf Jahre später

Bei Ostitis tuberculosa metatarsi et phalangealis (Spina ventosa) bekommen wir faktisch immer eine Heilung, aber sichern den Patienten nicht dagegen, daß andere Stellen von Tuberkulose befallen werden. Wir haben somit ungefähr gleichmäßig bei Kindern und Erwachsenen

Symptomfrei: zirka 80%.

Spätere Tuberkulose an anderen Stellen: zirka 10%.

Gestorben: zirka 10%.

Behandlungsdauer: zirka ein halbes Jahr.

Gehen wir zu den Gelenken der Oberextremitäten über, so finden wir die Zahl der Arthritis tuberculosa humeri in unserem Material relativ so gering, daß eine zahlenmäßige Behandlung keinen Wert haben dürfte. Differentialdiagnostisch habe ich nichts Besonderes gefunden.

Wir immobilisieren zu Beginn der Lichtbehandlung mit Mitella; bei Erwachsenen habe ich den Eindruck, daß wir in einer sehr großen Zahl von Fällen Ankylose bekommen, auch vergeht lange Zeit, bevor man Symptomfreiheit erzielt, so daß die Resektion vielleicht öfters vorgenommen werden sollte. Unter unserem Material sind mehrere Kinder, die mit Fisteln in Behandlung kamen und die mit voller Beweglichkeit geheilt wurden.

Arthritis tuberculosa cubiti

Ebenso große Bedeutung wie bei den Erkrankungen des Hüftgelenks kommt dem Röntgenogramm bei denen des Ellbogengelenks zu; aber erst in der letzten Zeit sind die Bilder richtig gedeutet worden. Es handelt sich besonders um die Affektion, die sich durch Aufhellung im Capitulum humeri äußert und die bisher meist als Tuberkulose gedeutet wurde, während es sich zweifellos um

Stadien der KÖNIGSchen „Osteochondritis dissecans“ handelt. Ohne auf das Krankheitsbild näher einzugehen, soll hier nur hervorgehoben werden, was differentialdiagnostische Bedeutung hat.

In der Regel werden junge Leute befallen und meist handelt es sich um das rechte Ellbogengelenk (in zirka 25% erweist sich das Leiden jedoch röntgenologisch

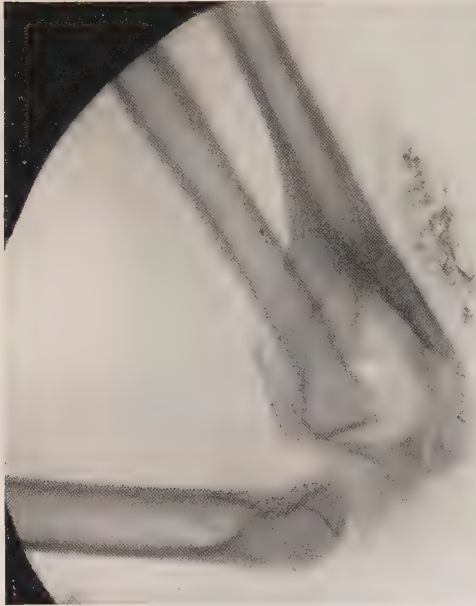


Abb. 7. 9jähriges Mädchen. Arthritis tuberculosa cubiti. absces. Behandlung: Lichtbad und wiederholte Punktionen

als doppelseitig). Nur in einer Minderzahl von Fällen kann ein eigentliches Trauma nachgewiesen werden, aber oft ist schwere Arbeit vorausgegangen. Die Beschwerden treten meist allmählich auf und äußern sich meist durch schmerzhaftes Ermüdung. Es kann leichte Schwellung der Ellbogenregion bestehen und die Extension ist etwas beschränkt, von Knacken und Knarren begleitet. In einigen Fällen kommt das Leiden völlig zur Ruhe, in andern hält es sich stationär oder progrediiert, indem sich eine Gelenkmaus, gefolgt von Arthritis deformans entwickelt. Auf den Röntgenbildern sieht man zunächst ein oder mehrere haufkorn- bis bohnen große Aufhellungen im untersten Abschnitt des Capitulum humeri. Es besteht keine besondere Knochenatrophie und die Gelenkspalten sind scharf. Später kann es fast zur restitutio ad integrum kommen oder der Knochenrand kann etwas eingebogen sein, in andern Fällen sieht man nun deutliche Gelenkmaus, eventuell von Arthritis deformans begleitet. Oft

kommt es zur Deformierung des Capitulum radii, das plump und groß wird. Operiert man im frühzeitigen Stadium, ist der Knorpel am Capitulum humeri in größerer oder geringerer Ausdehnung weich und oft zum Teil gelöst und das „Lager“ ist weich und zerfasert.

Ich bin auf dieses Leiden so genau eingegangen; denn nachdem wir darauf aufmerksam geworden und unser ganzes Material durchgegangen sind, ergibt sich, daß zirka 25% der Ellbogenerkrankungen bei Erwachsenen, die unter der Diagnose Tuberkulose gingen, hieher gehören und infolgedessen ausgeschieden werden müssen.

Fälle mit sicherer Tuberkulose behandeln wir mit Lichtbädern und immobilisieren das Gelenk mit Schienen und Armbinde. Bei Erwachsenen ist die Behandlung oft langwierig und nicht ganz selten haben wir die Resektion vorgenommen, wo die Behandlung sich hinzog und von vornherein keine Beweglichkeit vorhanden war. Bei Kindern sieht man auf dem Röntgenbild oft eine mächtige Auftreibung und Aufhellung der Partie an der Basis des Processus coronoideus. (Siehe Abb. 7 und 8.)

Erwachsene

Ohne Fisteln:

Symptomfrei: zirka 70% (davon zwei Drittel mit mehr als 50 Grad Beweglichkeit).

Dauernd Symptome: zirka 20% (die meisten davon später mit gutem Resultat reseziert).

Gestorben: zirka 10%.

Mit Fisteln:

Symptomfrei: zirka 60% (davon ein Viertel mit mehr als 50 Grad Beweglichkeit).

Dauernd Symptome: zirka 30% (ein Teil später mit gutem Resultat reseziert).

Gestorben: zirka 10%.



Abb. 8. Dieselbe Patientin (Abb. 7) sieben Jahre später. Beweglichkeit 65 bis 150 Grad.
Keine Klagen

Kinder

Ohne Fisteln:

Symptomfrei: zirka 80% (alle mit mehr als 70 Grad Beweglichkeit).

Dauernd Symptome: zirka 10%.

Gestorben: zirka 10%.

Die relativ wenigen Kinder mit Fisteln sind alle geheilt.

Arthritis tuberculosa manus

Die Handgelenkstuberkulose ist das Gebiet, wo ich mich am meisten von dem Nutzen der Lichtbehandlung überzeugt habe. Nicht wenige Male haben wir

alte Leute mit fistulösen Handgelenkstuberkulosen zur Behandlung bekommen und Heilung und gute Funktion erzielt, und das gleiche gilt praktisch für alle jüngeren.

Die Diagnose Tuberkulose ist nicht leicht. Sie ist sicher in den Fällen, wo die Patienten sich mit Abszessen oder Fisteln einstellen oder sie während der Behandlung bekommen, die dann Material zur mikroskopischen Verifikation liefern. Allzu oft sieht man Patienten mit der Diagnose Tuberkulose kommen, die auf Schwellung, etwas Schmerzen und schlechtem Röntgenbild hin gestellt war, das „zottige“ Konturen zeigt. Wenn dann ein gutes Bild gemacht wird, entschleiern sich das Ganze vielleicht als eine Fraktur in einem Karpalknöchelchen. Aber auch die Deutung eines guten Röntgenbildes kann Schwierigkeiten machen. Es handelt sich hier besonders um Erkrankungen im Os lunatum. Die häufigste ist die von KIENBÖCK beschriebene „Malacia ossis lunati“.

Es handelt sich in der Regel um junge Leute; ein wirkliches Trauma ist recht selten; es besteht etwas Schwellung der Handgelenksregion und Empfindlichkeit entsprechend dem Os lunatum, mäßige Schmerzen und etwas Kraftlosigkeit. In den frühesten Stadien scheint das Röntgenbild keine Veränderungen aufzuweisen, später hält die Knochenform sich normal, aber die Struktur ist unregelmäßig, teils sind Verdichtungen, teils Aufhellungen vorhanden und weiterhin ändert sich auch die Form, indem der Knochen ebenfalls schrumpft. In andern Fällen, die sich klinisch in gleicher Weise manifestieren, sieht man auf dem Röntgenbild kleine runde, recht scharfe Aufhellungen in der Knochensubstanz, am häufigsten im Os lunatum, aber auch im Os naviculare. Diese verschiedenen nicht tuberkulösen Leiden belaufen sich auf zirka 30% unseres Materials.

Die tuberkulöse Arthritis manus behandeln wir mit Lichtbädern und immobilisieren das Handgelenk außerdem mit einer Volarschiene, die die Finger frei läßt; die Hand wird in einer Mitella getragen; letzteres geschieht namentlich, um die Patienten zur Schonung der Hand zu zwingen; handelt es sich doch meist um poliklinische Fälle. Die Behandlung dauert zirka ein Jahr oder mehr, aber wir erzielen fast immer ein gutes funktionelles Resultat; selbst wenn es bei schweren destruktiven Fällen zur Ankylose des Handgelenks kommt, bleibt die Fingerfunktion erhalten; und hier glaube ich, ist die Behandlung der Resektion überlegen. Mehrere Nachuntersuchungen derselben haben mich belehrt, daß der in der Literatur so oft erwähnte Klaviervirtuose recht einzig dasteht; in der Regel ist die Funktion der Finger mäßig, und bevor die Beweglichkeit überhaupt wieder in Gang kommt, geht in der Regel auch ein gutes Jahr dahin.

Eine alte klinische Erfahrung haben wir auch an unserem Material bestätigen können, nämlich daß die Handgelenkstuberkulose recht oft mit Lungentuberkulose kompliziert ist, wie auch die Gestorbenen alle an dieser Komplikation gestorben sind.

Wo hartnäckige Fisteln bleiben, besteht selbstverständlich Indikation zu ihrer Ausschabung.

Erwachsene

Symptomfrei: zirka 60% (hierunter sind alle fistulösen Fälle gezählt).

Noch Symptome: zirka 5%.

Gestorben: zirka 15%.

Kinder

Symptomfrei: zirka 90%.

Gestorben: zirka 10%.

Ostitis tuberculosa metacarpi et phalangis

ist ebenso wie die entsprechenden Erkrankungen an den Füßen für die Lichtbehandlung außerordentlich dankbar und ich glaube, daß in diesen Fällen niemals Grund zur Operation ist, außer selten einmal zwecks Entfernung eines hartnäckigen Sequesters. Wir haben sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern und bei geschlossenen und fistulösen Fällen zirka 90% Heilungen und zirka 10% später an anderweitiger Tuberkulose Gestorbene.

Tendosynovitis tuberculosa

Die tuberkulöse Sehnenscheidenentzündung ist ein Leiden, das unserer Erfahrung nach für die Lichtbäderbehandlung nicht besonders geeignet ist. Vermutlich beruht das darauf, daß sie sowohl abgegrenzt und „torpide“ ist, und bei der „Reisgrützenform“ kann es zu keiner eigentlichen Reaktion kommen. Wir sehen daher die besten Resultate bei den fistulösen Formen. Ich glaube daher, daß die Operation in den meisten Fällen indiziert ist. Auch die Röntgenbehandlung hat meist Enttäuschungen gebracht und nicht selten lästige Hautveränderungen.

Die dorsalen Synovitiden an den Händen sind auf Syphilis verdächtig und reagieren manchmal gut auf antiluetische Behandlung.

Tuberculosis abdominis

Die Unterleibtuberkulose kann schematisch eingeteilt werden in: 1. Peritonitis tub., 2. Salpingitis tub., 3. Tuberculosis glandularum lymphat. abdom., 4. Enteritis tub., die jedoch meist mehr oder weniger kombiniert auftritt.

Für die Lichtbäderbehandlung der Unterleibtuberkulose gilt im allgemeinen, daß diese Kranken stärker als Kranke mit Knochen- und Gelenktuberkulose reagieren, so daß wir oft vorsichtig vorwärtsgehen müssen, auch kann nach einer Anfangsperiode mit gutem Fortschritt Übelbefinden und Temperatursteigerung auftreten. Wir machen dann einige Zeit Pause, bis die Anfälle sich verloren haben.

Von der tuberkulösen Peritonitis reagiert die seröse Form auf Lichtbehandlung sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern gut. Das Exsudat schwindet ohne Punktion und der Allgemeinzustand hebt sich oft mit großer Schnelligkeit. Die adhäsive Form, die wohl meist mit Enteritis tuberculosa kombiniert ist, scheint weit ernster.

Die tuberkulösen Drüsen finden sich meist bei Kindern, wo man weiche Infiltrationen in der rechten Fossa iliaca fühlt, oft sind sie bei einer Laparotomie konstatiert worden, die wegen einer Erkrankung gemacht war, die ganz einer Appendicitis ähnelte, wo aber die Affektion des Appendix sich als sehr zweifelhaft erwies. Die Prognose ist gut, und viele dieser Adenitiden sind auch gar nicht tuberkulös.

Bei den eigentlichen tuberkulösen Enteritiden scheint mit der Lichtbäderbehandlung nichts Sonderliches erreicht zu werden. Eine Ausnahme macht jedoch die lokalisierte Ileocecaltuberkulose; wenn sie nicht zu starke Stenoseanfälle macht, kann Symptombfreiheit und Schwund des Tumors erzielt werden.

Adenitis tuberculosa

Wohl die häufigste Manifestation der Tuberkulose ist die der Drüsen, und hier besonders die des Halses, und nirgends sieht man wohl deutlicher die Tendenz

der Tuberkulose zu spontaner Heilung; aber es besteht auch gar kein Zweifel, daß die Resultate durch verschiedene Behandlungsmethoden gebessert und schneller erreicht werden können. Was der altanerkannten Küstensanatoriumstherapie am nächsten kommt, sind wohl die Lichtbäder, und wir sehen denn auch, daß wir in zirka 80% definitive Heilung sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern bekommen, und das sowohl bei geschlossenen als auch bei fistulösen Formen. Zirka 10% rezidivieren und zirka 10% sterben im Laufe einiger Jahre an Tuberkulose. (Je länger die Beobachtungszeit ist, desto stärker wächst diese Zahl an.) Das sieht ja nun sehr erhehend aus, aber man muß sich vor Augen halten, daß es eine langwierige Behandlung ist, und man muß daher in Erwägung ziehen, ob man nicht durch Kombination mehrerer Methoden schneller zum Ziele kommen kann. Wo es sich um einzelne, verschiebliche Drüsen handelt, rate ich zur Exstirpation, die schnelle Heilung bringt und meist mit fast unsichtbarer Narbe. Bei größeren Konglomeraten ist die Kombination von Lichtbad und Röntgenbehandlung am Platze; sie kann den Verlauf abkürzen. Ein Mißstand ist, daß nicht so selten nach langer Zeit Hautveränderungen mit Teleangiektasien auftreten. Bei den fistulösen Formen haben wir oft ausgezeichnete Hilfe in der Behandlung mit konzentriertem Kohlenbogenlicht nach FINSSEN.

Eine Tuberkuloseform, die in der Lichtbehandlung der letzten Zeit eine große Rolle spielt, ist die „Bronchialdrüsentuberkulose“, und daß diese häufig vorkommt, ist ja, wie wir aus den Sektionen wissen, außer allem Zweifel, aber ich bin dem beschriebenen klinischen Bilde gegenüber skeptisch, das ja im Grunde auf etwas so Vagum basiert, wie daß da Kinder sind, die nicht gedeihen und die Fieberperioden und positive PIRQUET-Reaktion haben.

Die Röntgenogramme von Kinderlungen sagen nach meiner Meinung in den meisten Fällen nichts. Diese Kinder haben vortrefflichen Nutzen von Lichtbädern, aber man muß nur nicht glauben, daß man die Tuberkulose geheilt hat.

Was die Nierentuberkulose betrifft, so halte ich es für einen Kunstfehler, eine einseitige anders als mit Nephrektomie zu behandeln; wenn es dagegen zur Tuberkulose in der Nephrektomiewunde kommt, kann man sehr großen Nutzen von der Verabfolgung von Lichtbädern haben. Bei doppelseitiger Erkrankung haben wir mehrmals das Licht angewandt, aber ob man außer einer Verbesserung des Allgemeinzustandes etwas Besonderes erzielt, weiß ich nicht; Heilung habe ich nicht erzielt, und aus Erfahrung weiß ich, daß diese Patienten jahrelang auch ohne die geringste Behandlung leben können. Auch die tuberkulöse Cystitis scheint nicht beeinflußt werden zu können.

Die Epididymitis tuberculosa halte ich auch für eine Indikation zur Operation; denn teils ist und bleibt eine solche Epididymis sicher funktionsuntüchtig, teils ist die Operation, richtig ausgeführt, radikal und doch schonend. Sie soll als Epididymektomie vorgenommen werden, wobei man bei richtiger Technik in den allermeisten Fällen den Testis selbst erhalten kann.

Mehrmals habe ich die Epididymides, Drüsen und ähnliches entfernt, die lange Zeit hindurch lichtbehandelt waren, und bei denen dadurch anscheinend Heilung eingetreten war, und wo man dann bei der Mikroskopie mehr oder weniger spärliche Tuberkulose in fibrösem Bindegewebe eingekapselt fand. Und das scheint die Grenze für die Lichtbäderbehandlung zu sein; wir erzielen sicher selten eine wirkliche „Sterilisierung“, wohl aber eine „Barrikadierung“ der verschiedenen Foci im Körper; eine wirkliche Entfernung alles Angegriffenen an einer isolierten Stelle kann in vielen Fällen auch durch Operation erreicht werden.

Es sind daher diese beiden Methoden, die im Augenblick jede für sich oder je nach Erfordernis der Fälle kombiniert, gegenüber der chirurgischen Tuberkulose am meisten leisten, während wir dauernd auf eine spezifische Therapie usw. warten.

Die obigen Erfahrungen basieren zum weitaus größten Teil auf der Behandlung mit der elektrischen Kohlenbogenlampe und, abgesehen von der Quecksilberquarzlampe, habe ich mit anderen Lampen keine persönliche Erfahrung; auf theoretischem Wege ist es sehr schwer, den Wert derselben zu beurteilen, da man ja in Wirklichkeit bis dato nicht weiß, auf welche Strahlenarten es bei der Tuberkulosebehandlung ankommt; bei der Rachitistherapie haben sich die sehr kurzwelligen als wirksam erwiesen, aber es ist fraglich, ob für die Tuberkulose das gleiche gilt. Die Intensität der Strahlen in den verschiedenen Spektralgebieten variiert bei den verschiedenen Lichtspendern auch sehr.

Am meisten wird sicher die Quecksilberquarzlampe („künstliche Höhen-sonne“) gebraucht, die auch wir besonders bei Kindern anwenden; hier handelt es sich um Linienspektren mit besonderer Stärke im äußeren ultravioletten Abschnitt, und sie ist so „kalt“, daß man sie bei ihrer Verwendung als universelles Lichtbad am besten mit einer wärmenden Lichtquelle, z. B. der Solluxlampe, kombinieren muß.

KISCH legt das größte Gewicht auf die hyperämisierende Wirkung und hat zu diesem Zwecke verschiedene Lichtquellen angegeben, teils elektrische Glühlampenanordnungen, teils eine Sauerstoff-Azetylenlampe. Falls man Beleuchtungskörper anwendet, wo die Strahlen Glas passieren, muß man sich klar sein, daß, je nach Art der Glassorte, ein außerordentlich großer Teil der ultravioletten Strahlen verloren geht.

Zum Schlusse einige Worte über die Röntgenbehandlung der Knochen-, Gelenk- und Sehnenscheidentuberkulose. Meine eigenen Erfahrungen sind hier nicht groß, und aus dem Studium der Literatur habe ich den bestimmten Eindruck, daß man noch sehr weit davon entfernt ist, ein nur einigermaßen sicheres Urteil über diese Behandlungsmethode fällen zu können; ihre Wirkungsart ist noch ganz unbekannt; eins scheint jedoch sicher, es kann sich nicht um eine direkte Abtötung von Tuberkelbazillen durch die Röntgenstrahlen handeln, dagegen können diese die pathologischen Gewebszellen sicher in hohem Grade beeinflussen, und es existieren zahlreiche Theorien über ihre angebliche nützliche Wirkung, teils durch Stoffe, die frei werden und so die Bakterien schädigen, teils durch Stoffe, die immunisierend wirken sollten.

Betrachtet man die rein klinischen Resultate, so sind es auch mehrere Punkte, die einen skeptisch machen; zunächst herrscht große Uneinigkeit darüber, welche Formen sich am besten eignen; einige meinen die fungösen, andere dagegen die fibrösen; zweitens scheinen fast alle darin einig zu sein, daß die Röntgenbehandlung der großen Gelenke und der Wirbelsäule geringe Wirkung hat, was etwas schwer verständlich ist, da wir sehr wohl eine gute Bestrahlung dieser Teile erzielen können, und schließlich ist die Zeit, die bis zur Heilung durch Röntgenbehandlung, wie angegeben wird, verstreicht, nicht kürzer als die, die eine konservative Therapie ohne Röntgen in Anspruch nimmt.

Daß die Behandlung nicht gefahrlos ist, ist allgemein bekannt; besonders früher, als die Dosen höher waren, sind zahlreiche Spätulzerationen vorgekommen; ich habe eine solche bei einem jungen Mädchen mit Kniertuberkulose in Karzinom übergehen sehen.

In einigen Fällen habe ich bei stark fungösen Formen einen so mächtigen Zerfall in der Tiefe gesehen, daß die Haut schließlich nicht mehr hielt und sich große Ulzerationen bildeten.

Einigemal glaube ich gute Resultate bei Schnenscheidentuberkulose gesehen zu haben.

Es herrscht jetzt Einigkeit darüber, daß die Dosen bei der Tuberkulosebehandlung bedeutend niedriger als früher sein sollen, selten mehr als 30% der H. E. D. mit sechs- bis achtwöchentlichen Pausen; um gleichmäßige Bestrahlung zu erzielen, umbaut JÜNGLING das Gelenk mit einem Bolus enthaltenden Kasten. Kindern gegenüber ist Zurückhaltung bei Bestrahlung der Epiphysen sicher am Platze (Wachstumshemmung).

Literatur

- BERNHARD, O.: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie. Neue Dtsch. Chir., 23. 1917. — HAGEMANN: Über die Behandlung chirurgischer Tuberkulose mit künstlichem Licht. Dtsch. med. Wochenschr. 1913. — HEYERDAHL: Tidsskrift for den Norske Lægeforening, Nr. 3. 1919. — JOHANSSON, SVEN: Bidrag til Kännedomen om och Behandlingen av Ben- och Ledtuberkulosen under Barnaåldern. Stockholm. 1924. — JÜNGLING, OTTO: Röntgenbehandlung chirurgischer Krankheiten. Leipzig. 1924. — KISCH, EUGEN: Diagnostik und Therapie der Knochen- und Gelenktuberkulose. Leipzig. 1921. — KIENBÖCK: Über traumatische Malazie des Mondbeins und ihre Folgezustände. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. 16. 1911. — REYN: Om Behandling af kirurgisk Tuberkulose med Højsolsbade. Nordisk Tidsskrift for Therapie. København. 1914. — ROLLIER, A.: La cure de soleil. Paris. 1915. — VULPIUS: Über die Lichtbehandlung der chirurgischen Tuberkulose. Münch. med. Wochenschr. 1913. — WALDENSTRÖM, HENNING: The Treatment of the Tuberculous Kyphosis by Osteosynthesis after Gradual Correction. Acta chir. scandinav. LVI. 1924.

Die künstliche Höhensonne als therapeutischer Behelf in der Chirurgie

Von

Leopold Schönbauer-Wien

Die guten therapeutischen Erfolge bei der chirurgischen Tuberkulose durch Behandlung mit natürlicher und künstlicher Höhensonne sind wohl allgemein anerkannt, wenngleich es auch nicht an Stimmen fehlt, welche dieselben bezweifeln und in Abrede stellen (SCHANZ). Die Zeit ist vielleicht noch zu kurz, um ein endgültiges Urteil über den Wert der Strahlenbehandlung überhaupt fällen zu können. Was hier für die Lichtbehandlung festgestellt wird, gilt in gleicher Weise für die Röntgen- und Radiumbehandlung der malignen Geschwülste; auch hier begeisterte Zustimmung auf der einen und Ablehnung auf der anderen Seite.

Zunächst sei nun mit einigen Worten auf die biologische Wirkung des Quarz-quecksilberdampflichtes etwas näher eingegangen als dies in dem allgemeinen strahlenbiologischen Teile dieses Buches der Fall ist.

Wie wirkt biologisch die Quarzlichtbestrahlung?

Bei örtlicher Quarzbelichtung der Haut aus 10 bis 12 cm Entfernung entsteht nach einer gewissen Latenzzeit, die um so kürzer ist, je länger bestrahlt wurde, ein oberflächliches Erythem mit oder ohne Blasenbildung; nach etwa 24 Stunden erreicht die Entzündung ihren Höhepunkt, um nach Ablauf einiger Tage wieder abzublassen und unter Abschlüpfung der Epidermis zu verklingen. Nach vollendeter Schälung ist die Oberhaut vollständig wieder hergestellt. Diese Form der Quarzbelichtung bezeichnet man als Oberflächenbestrahlung, da die Lichtreaktion einen flächenhaft ausgebreiteten oberflächlichen Charakter besitzt.

Eine Tiefenreaktion entsteht, wenn die Drucklinse der KROMAYERSchen Quarzlampe direkt auf die Haut angepreßt wird; die Kompression der Gewebe mit Verdrängung des lichtabsorbierenden Blutes gestattet dann eine Wirkung der Strahlen in die Tiefe. Die folgende Reaktion entspricht dem Umfang der Drucklinse, schon eine Stunde nach der Belichtung zeichnet sich derselbe als roter Kreis auf der Haut ab, dann entsteht in Form seröser Durchtränkung der Gewebe eine Schwellung mit oberflächlicher Blasenbildung, die unter Puderbehandlung rasch eintrocknet. Diese starke Reaktion auf Quarzlichtbestrahlung unterbleibt vollständig oder verläuft ungemein milde, wenn die reizenden Strahlen durch ein Uviolglas abgeblendet werden; nur das Belichten mit der Quarzlampe macht so stürmische Reaktion und verursacht durch seinen hohen Grad an Wärmestrahlen bereits auf größerer Entfernung starkes Brennen. Nach Ablauf der Quarzlichtbestrahlung hinterbleibt in vielen Fällen — nicht selten wochen- und monatelang — sichtbare bräunliche Pigmentierung der Haut von diffusem Charakter.

Am ersichtlichsten und interessantesten ist von allen biologischen Einwirkungen auf den Körper das Verhalten des Pigmentes. ROLLIER wird nicht müde, immer wieder von neuem zu betonen, daß eine kräftige Bräunung der Haut stets einen guten Erfolg verbürgt, jede verlangsamte oder fehlende Pigmentierung der Haut einen ungünstigen Ausgang der Kur verheiße. Jedenfalls ist die Pigmentierung der Haut ein direkter Gradmesser für die Widerstandskraft des Körpers, ein Zeichen gesunder Reaktionsfähigkeit.

Nach AMSTAD (ROLLIERS Klinik Leysin) ist die Haut als Organ der Lichtassimilation den Drüsen mit innerer Sekretion gleichzustellen. Aber nur die gesunde, der Lichtwirkung zugängliche Haut kann diese Funktion erfüllen; nur bei gesunder Haut hat die Sonnenbestrahlung einen ausgezeichneten Einfluß auf das Allgemeinbefinden. Die Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne ist, abgesehen von der lokalen Wirkung auf die Haut, bestehend in Erythem, Schuppung und Pigmentierung von einer Allgemeinwirkung auf den Körper begleitet. Im günstigen Sinne wird ein beruhigender Einfluß, gesteigertes Schlafbedürfnis, Zunahme des Appetits, Steigen des Körpergewichtes, ausgeübt. Im Gegensatz dazu zeigt sich in anderen Fällen Mattigkeit, Unbehagen, Kopfschmerzen, Ohrensausen, Schlaflosigkeit usw.

ZIEGLER hat Untersuchungen über erkennbare Beeinflussung zelliger Elemente des Blutes durch Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne angestellt. Die Bestrahlungen wurden beim Menschen mit zwei Quarzlampen als Ganzbestrahlungen in 80 cm Entfernung verschieden lange Zeit, bei Tieren mit einer Lampe auf 40 cm Entfernung auf die rasierte Rückenhaut vorgenommen. Beim Menschen tritt schon nach Bestrahlung von wenigen Minuten in der Mehrzahl eine Leukozytose auf, die sich nach zwei bis drei Tagen zurückbildet. Je länger bestrahlt wird, desto länger dauert die Vermehrung. Es tritt eine Zellverschiebung zugunsten der neutrophilen Leukozyten mit Verminderung der kleinen Lymphozyten ein, gefolgt von einer Abnahme der Neutrophilen und Zunahme der kleinen Lymphozyten. Oft tritt eine Eosinophilie ein bis zu 14%. Es handelt sich um Veränderungen, die entzündlichen Reizwirkungen des weißen Blutbildes ähnlich sind. Der Antitrypsingehalt des Blutes verläuft der Zahl der Neutrophilen umgekehrt proportional. Da erhöhter Antitrypsingehalt die Reaktion auf vermehrten Neutrophilenzerfall und Freiwerden ihres proteolytischen Fermentes ist, so ist aus dem genannten Verhalten auf erhöhte Bildung und vermehrte Zerstörung, also auf erhöhten Umsatz dieser Zellelemente als Reaktion auf die Bestrahlung zu schließen. Bei den Tierversuchen war bemerkenswert, daß Blut oder Organextrakte bestrahlter Meerschweinchen subkutan oder intraperitoneal andern nicht bestrahlten Meerschweinchen einverleibt, nach TRYFUSS außer einer Leukozytose eine beträchtliche Eosinophilie auslösen, einer Wirkung, ähnlich der bei parenteraler Zufuhr artfremden Eiweißes, was auf das Auftreten zellulärer Abbauprodukte schließen läßt. Bei den roten Blutkörperchen gelangt man nach den ZIEGLERSchen Untersuchungen durch Zählung und Bestimmung des Hämoglobingehaltes zu keinen verwertbaren Ergebnissen. Dagegen ist in der Resistenz der roten Blutkörperchen — geschädigte Körperchen zeigen verminderte, jüngere und neugebildete erhöhte Resistenz —, gegen Salzlösung ein greifbarer Maßstab gegeben. Nach VON RHODENS tritt beim Menschen nach der dritten bis vierten Bestrahlung von 6 bis 20 Minuten Dauer eine deutliche Erhöhung der maximalen Resistenz auf. Auch die minimale Resistenz ist verändert, d. h. die Hämolyse beginnt bei stärkeren Salzverdünnungen als in der Norm, so daß die Resistenzbreite vergrößert ist. Eine Resistenzerhöhung war in 15, eine Verminderung in 10 von 17 Fällen vorhanden. Durch wiederholte Bestrahlungen werden Zellschädigungen bewirkt im Sinne eines rascheren Unterganges von Zellen und in einem Anreiz zu lebhafterer Zellneubildung. Die Tierversuche ergaben im Blut keine Zeichen einer Resistenzverminderung. Dagegen fällt mikroskopisch eine erhebliche kapillare Blutfüllung der Organe, besonders der Milz auf. Bei kleineren Versuchstieren können so schwere degenerative Ver-

änderungen in den blutbildenden Organen gesetzt werden, daß sogar der Tod hervorgerufen wird (so bei vier von zehn Versuchstieren nach Bestrahlungsdauer von 30 bis 90 Minuten auf die rasierte Rückenhaut). Als für den Durchschnitt typische Reaktion der Bestrahlung haben zu gelten einmal Hautveränderungen, bestehend in Auflockerung der Epidermis, vermehrter Hornbildung, Gefäßerweiterung, Blutaustritt, Leukozytenauswanderung usw.; bei stärkerer Wirkung Blasenbildung und tiefere nekrotische Veränderungen, dann Blutveränderungen durch entzündliche leukozytische Zellverschiebungen, rascheren Untergang und erhöhte Bildung weißer und roter Blutzellen, bei starker Schädigung entzündliche und nekrotische Veränderungen von Milz und Knochenmark. In günstigem Sinne wird also eine Beschleunigung der regressiven Zellmetamorphose verursacht. Abgesehen von diesen Wirkungen wird auch der Gesamtstoffwechsel beeinflusst und zwar resultiert nach Bestrahlungen mit zwei Lampen in 60 cm Abstand, allmählich auf eine Stunde steigend ein erhöhter Eiweißabbau. Stickstoff-, Schwefel- und Phosphorausscheidung zeigen eine Zunahme. Das Körpergewicht nimmt etwas ab. Erhöhtes Nahrungsbedürfnis und -aufnahme ergeben dann oft eine Gewichtszunahme. Es kommen auch eine vorübergehende erhöhte Wasserausscheidung und Kochsalzausscheidung in Betracht. Die vorübergehende Blutdrucksenkung ist von untergeordneter Rolle. Was die praktische Bedeutung der Pigmentierung anbelangt, so ist sie nach Möglichkeit zu vermeiden; je geringer die Pigmentierung, desto geringere Bestrahlungsintensität und -dauer ist notwendig.

In vielen Fällen verlaufen Haut- und Blutreaktion gleichsinnig. Es kann aber auch die Hautwirkung gering und die Allgemeinwirkung eine starke, selbst schädliche sein und umgekehrt. Der Bestrahlungseffekt wird daher nicht nur nach der Oberflächenwirkung, sondern mehr nach den deutlichen Allgemeinerscheinungen zu beurteilen sein. Der Effekt setzt sich zusammen aus den lokalen Hautveränderungen und ihren reflektorischen Auswirkungen aus den Veränderungen der weißen und roten Blutzellen und ihrer intermediären Wirkungen im Stoffwechsel, deren Wesen eine Beschleunigung fermentativer und zellulärer Abbauprozesse mit reaktiver Mehrleistung ist. Durch die Höhenstrahlenbestrahlung werden die natürlichen Lebensvorgänge verstärkt, wo die reaktiven Mehrleistungen die vermehrten Abbauvorgänge überwiegen, wird ein günstiger Heileffekt erzielt. Wo die dissimilatorischen Reizwirkungen überwiegen, wird ein Schaden angerichtet. Alle erschöpfenden Erkrankungen mit Unterbilanz des Stoffwechsels scheiden also aus. Dagegen eignen sich chronische Erkrankungen, die an sich Neigung zu Heilungsvorgängen erkennen lassen und eines Antriebes bedürfen, z. B. Tuberkulose. Auch thyreogene oder hypophysäre Dystrophien, ferner Chlorose, sekundäre und selbst perniziöse Anämien können günstige Beeinflussungen erleben.

Die Anregung der immunisatorischen Tätigkeit der Haut wird insbesondere von L. OPPENHEIM eine große Bedeutung auf die günstige Beeinflussung der Krankheitszustände zugeschrieben. Eine direkte Einwirkung des Lichtes auf Bakterien kommt nach ECKSTEIN innerhalb des Körpers nicht in Betracht, wie das von M. LEVY und GASSUL behauptet wurde, da die ultravioletten Strahlen nur 0,5 bis 0,8 mm tief eindringen. SKINNER hält für die Wirkungsweise der Lichtstrahlen zwei Erklärungen für möglich: 1. daß die ultravioletten Strahlen direkt bakterizid wirken, 2. daß sie den Stoffwechsel und den gesamten Tonus des Körpers erhöhen.

Eine direkte bakterizide Wirkung der Sonnenstrahlen kommt jedoch nur bei oberflächlichen Wunden und Hautaffektionen in Frage. Da aber eine Wirkung auch bei Erkrankung der tieferen Teile vorhanden ist, so muß man eine indirekte Wirkung annehmen, durch Anregung der Zirkulation, der Tätigkeit der Organe und Kräftigung der Abwehrmittel.

Anwendungsschädigungen

Ob wir neben der natürlichen Sonne mit Quarzlicht behandeln, oder nur Quarzlicht allein anwenden, in jedem Falle müssen wir darauf achten, daß wir keine Verbrennung der Haut erzielen; Kürze der Bestrahlungszeit, Entfernung der Haut von der Lichtquelle, endlich Einschaltung einer Uviolblende zur Abdichtung der Wärmestrahlen wird diesen üblen Zufall mit Sicherheit verhindern.

Zur Verhinderung der Quarzlichtschädigung steht uns außer dem Uviolfilter noch ein zweites Mittel zur Verfügung, dasselbe liegt in der Kürze der Bestrahlungszeit und in der Entfernung der Haut vom Lichtspender; während bei der KROMEYERSchen Quarzlampe Wärmestrahlen durch eine den Leuchtkörper umgebende, permanente Wasserspülung ausgeschaltet werden, die Kraftlinse also direkt der Haut angepreßt werden kann, fehlen diese Vorrichtungen bei der BACHSchen Höhensonne. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, um Verbrennungen zu verhüten, den Patienten in eine gewisse Entfernung vom Lichtspender zu setzen.

An der Klinik EISELSBERG wird die Bestrahlung in der Weise gehandhabt, daß die Haut des Patienten einen halben Meter vom Brenner der Quarzlampe entfernt ist. In der ersten Sitzung, die fünf Minuten dauert, werden nur die erkrankten Körperpartien bestrahlt; in den folgenden Sitzungen wird die Bestrahlungsdauer jedesmal um fünf Minuten verlängert und bis zu einer Höchstdauer von 30 Minuten bis zu einer Stunde gegangen und immer größere, auch gesunde Hautpartien in die Bestrahlung einbezogen. In der Regel wird die Behandlung nur mit ultravioletten Strahlen durchgeführt, doch scheint nach SAMPSON eine Kombination von ultravioletten Strahlen und Röntgenstrahlen besonders gute Resultate zu zeitigen. Die Erythembildung und Pigmentbildung ist nach SAMPSON bei beiden Strahlenarten eine verschiedene. Während man im allgemeinen eine Röntgenbestrahlung für kontraindiziert hält, wenn ein Höhensonnenerythem vorhanden ist und umgekehrt, hat es SAMPSON unternommen, die Toleranz der Haut gegen Röntgenstrahlen durch Gewöhnung an ultraviolette Strahlen zu erhöhen. Er konnte so durch prophylaktische Bestrahlungen die Toleranz soweit erhöhen, daß bei Röntgendosen, die das Mehrfache einer Erythemdosis betragen, kein Erythem auftrat und konnte anderseits in Fällen, wo eine zu starke Röntgenwirkung bis zur Blasenbildung aufgetreten war, diese durch nachfolgende Höhensonnenbestrahlung kupieren. Seine Technik wird an der Hand von fünf Fällen eingehend beschrieben. Er behandelt jeden Fall, der einer Röntgenbestrahlung unterzogen werden soll, folgendermaßen vor: vier Wochen lang Höhensonnenbestrahlung, dabei jedesmal Verabfolgung einer vollen Erythemdosis und Wiederholung der Bestrahlung, sobald das vorhergehende Erythem abgeklungen ist. Röntgenbestrahlung nach dem letzten Abklängen des Höhensonnenerythems. Am Tage nach der Röntgenbestrahlung wieder Höhensonnenbestrahlung, die bis zum zehnten Tage noch fünfmal wiederholt wird. Ob Pigmentierung eintritt oder nicht, spielt für die Größe der erreichten Toleranz offenbar keine große Rolle. SAMPSON glaubt durch diese Behandlungsmethode die Toleranz der Haut gegen Bestrahlung mit Röntgenstrahlen so sehr zu erhöhen, daß er die Verwendung von Schwerfiltern und kostspieligen ultraharten Röntgenstrahlen entbehren kann!

Neben Schädigungen lokaler Natur, die in Verbrennungen besteht, ist insbesondere auf allgemeine Schädigungen zu achten. Eine Verschlechterung des Allgemeinzustandes macht sich zuweilen nach zirka vierzehn Tagen geltend (CORDIER), daher müssen Puls und Temperatur sorgfältig beobachtet werden.

Hautrötung und Schuppung, Knochenschmerzen gehören zu den Zufällen harmloser Art. Indigestionen, Kongestionen, Blutdrucksenkung, Albuminurie als allgemeine Reaktionen sind bei zu intensiver Besonnung des ganzen Körpers leicht erklärt. Schwieriger sind sie bei partiellen Bestrahlungen zu deuten. Die Herdreaktionen sind allgemein bekannt, unter den Reaktionen tiefer gelegener Organe sind die des Bauchfelles und Brustfelles besonders zu erwähnen (Fieber, Durchfall, Husten). Bei Tuberkulösen werden einige spezifische Reaktionen beobachtet: Beträchtliche Temperaturschwankungen, häufig sind bei ihnen allgemeine Störungen, die auf die große Empfindlichkeit der an Tuberkulose Erkrankten zu beziehen sind. Üble Zufälle: Anginen, rheumatische Beschwerden, Durchfälle, schmerzhaftes Menses verlangen eine Unterbrechung der Kur, ebenso Hämaturie, die nach unvorsichtiger Bestrahlung beobachtet wurde (ARMAND-DELLILE).

Anwendungsgebiet in der Chirurgie

Das Indikationsgebiet zur Behandlung mit künstlicher Höhensonne ist wohl bei keinem anderen Heilmittel so umfangreich, wie bei der künstlichen Höhensonne; sie ist in der Praxis längst zum Allheilmittel geworden: ihre kritiklose Anwendung bei allen möglichen Erkrankungen, die große Reklame werden die Zahl ihrer Gegner vergrößern (FRANGENHEIM). BACH und seine Mitarbeiter DAVID, ROHR, WAUBKE, KEUTEL haben in wiederholten Auflagen der Anleitung und Indikationen für Bestrahlung mit der Quarzlampe „künstliche Höhensonne“ immer wieder versucht, das Indikationsgebiet zu begrenzen. In der allgemeinen Chirurgie ist es zunächst die Desinfektion und Wundheilung, bei der die Blaulichtbehandlung in Anwendung kommt. Nicht sehr ernst zu nehmen ist wohl der Vorschlag von LOUIS BAZY, im ultravioletten Licht zu operieren. Über das Verhalten von Keimen auf der äußeren Haut gegenüber ultraviolettem Licht berichtet L. SCHMIDT; während die desinfektorische Wirkung der ultravioletten Strahlen durch Untersuchungen von POTTHOF, MULZERN u. a. sichergestellt ist, die gleiche Wirkung auch nach Bestrahlungen von Oberflächen von organischem Gewebe (Mundhöhle, Hautoberfläche) nachgewiesen werden konnte (FRIEDBERGER, HIDAKA), so fehlte doch bisher eine Untersuchung über die desinfektorische Strahlenwirkung auf Mikroorganismen in den tieferen Hautschichten. Im Tier- und Eigenversuch untersucht SCHMIDT, teils nach Einreiben von Bakterien in die unverletzte oder leicht angerauhte Haut, teils nach Hervorlocken tiefer Hautkeime durch Schwitzen nach erfolgter Bestrahlung die Strahlenwirkung der BACHschen Höhensonne. Seine Resultate sind: Oberflächliche Hautkeime werden schon mit Strahlendosen ohne schädliche Nebenwirkungen in beträchtlicher Masse vernichtet, dagegen sind die „Tiefenkeime“ vor der Bestrahlung geschützt. Auch die „Sensibilisierung“ der Haut durch Jodspray ändert nichts daran. Wichtig ist die Feststellung, daß eine desinfektorische Wirkung der angewandten Lichtstrahlen auch dann schon nicht mehr eintritt, wenn die Eitererreger ganz leichte, oberflächliche Entzündungen der Haut hervorgerufen haben.

Bei Geschwüren und infizierten Wunden kommt es darauf an, Granulation und Epithelisierung anzuregen. Das hat man mit Scharlachsalm, Silbernitratlösung, Sandbädern usw. zu erreichen versucht. Hitze und passive Hyperämie hat man angewandt, um den Körper im Kampf gegen die Keime zu unterstützen. SCHILLER hält die ultravioletten Strahlen für das beste Mittel, um schlecht heilende Wunden zur Abheilung zu bringen. SIDNEY RUSS hat nachgewiesen,

daß Keime durch diese Strahlen direkt getötet werden. Die Resorption wird beschleunigt, infizierte Wunden reinigen sich, und heilen schneller als bei sonstiger Behandlung. Vor allem läßt die Schmerzhaftigkeit bald nach.

BERNHARD stellt fest, daß torpide granulierende Wunden, die keine Spur von Epithelbildung mehr zeigten, nach der Sonnenbestrahlung plötzlich da und dort kleine Epithelinseln zeigen. Es scheint, daß kleinste, übriggebliebene, unsichtbare Epithelteile durch die Sonne wiederbelebt und zur Tätigkeit angeregt werden. Auch er weist auf den Wert der schmerzstillenden Wirkung der Bestrahlung hin.

Auf experimentellem Wege versuchte TORRACA den Einfluß der Sonnenbestrahlung auf chirurgische, nicht tuberkulöse Verletzungen festzustellen, insbesondere im Sinne der schnellen Vernarbung. Die Untersuchungen fanden im Institut ANGELO MOSSO am Monte Rosa in Höhe von 2900 m statt und wurden an Ratten angestellt, an deren rasierten Rücken mit Messer und Schere Substanzverluste gesetzt wurden. Ein Teil der Versuchstiere wurde den Sonnenstrahlen ausgesetzt, ein anderer zum Vergleich im Dunkeln gehalten, bei einer dritten Serie wurde die Hälfte der Wunden verbunden. Die Resultate der Untersuchungen waren folgende: Die Wunden, welche einige Stunden des Tages hindurch der Sonnenbestrahlung ausgesetzt wurden, verkleinerten sich im gleichen Zeitraum bedeutend schneller als die dauernd im Schatten gehaltenen. Die Wunden, die verbunden waren, verkleinerten sich noch schneller als die besonnenen; dieser Umstand ist aber wohl der günstigeren Temperatur unter dem Verband zuzuschreiben. Das Sonnenlicht beschleunigt jedenfalls den Heilverlauf aseptischer Wunden. Von BUDE wird die Blaulichtbehandlung, insbesondere nach plastischen Operationen empfohlen. Bei frischen, verunreinigten, nicht zu tiefen Wunden führt die serotaktische und hyperämisierende Eigenschaft zu Sekretionssteigerung, Desodoration, beschleunigter Demarkation. Bei granulierenden Wunden erfolgt Ätzwirkung, die nur bei torpiden, schlaffen Granulationen (Ulcus cruris) erwünscht ist. Bei oberflächlichen Pyozyaneusinfektionen sah BUDE gute Wirkung.

Abtötung der Keime, Anregung der Granulationen und der Überhäutung bei schlecht heilenden Wunden, Schmerzstillung, das sind die segensreichen Wirkungen der Sonnenbestrahlung.

Quarzlichtbehandlung bei einzelnen chirurgischen Erkrankungen

Neuralgien, Osteomyelitis und Rachitis bilden nach WITTEK eine Anzeige zur Sonnenbehandlung. Insbesondere wird bei Ischias und akuten Neuralgien die Höhengsonnentherapie von HANS REH empfohlen.

Ischiasfälle und akute Neuralgien wurden von REH der künstlichen Höhengsonnenbestrahlung unterzogen. Die Bestrahlung erfolgte in 70 cm Entfernung, die erste Sitzung währte drei Minuten, die weiteren fünf, acht bis zwölf Minuten. Der Erfolg war regelmäßig ein guter. Den Vorzug der Höhengsonnenbehandlung erblickt REH darin, daß keine unbedingte Ruhigstellung der betreffenden Extremität notwendig ist, die Arbeit nicht ausgesetzt zu werden braucht und die Verabfolgung von Salizylpräparaten sich erübrigt. REH faßt die Neuralgien als Infektionen auf, die durch im Körper vorhandene Bakterien hervorgerufen werden als deren äußerer Anlaß die Abkühlung als prädisponierendes Moment durch Bildung eines Locus minoris resistentiae eine Rolle spielen kann. Eine ähnliche Ätiologie liegt einer Reihe von Krankheitszuständen zugrunde, die nach Ver-

letzungen noch nach Monaten und Jahren besonders bei Witterungsveränderungen rheumatische Schmerzen bereiten. REH kam daher dazu, Kontusionen, Gelenksergüsse seröser und blutiger Art, Luxationen und Zerrungen der Bestrahlung zu unterziehen, soweit diese Fälle nicht veraltet waren. Auch hier waren die Erfolge gute. Die Erkrankungen der Gelenkscapsel, Bänder, Muskeln und Sehnen heilten ausnahmslos in kurzer Zeit aus, ohne zu rezidivieren. Auch diejenigen der Synovia mit nur geringen Veränderungen der Gelenkfläche zeigten gute Heilerfolge und keine Rezidive, wenn mindestens acht Bestrahlungen stattgehabt hatten. Bei Erkrankungen mit vorgeschrittener Zerstörung der Gelenkflächen war nur eine Schmerzlinderung zu erreichen. Die Wirkungsweise war so: nach den ersten Bestrahlungen trat Schmerzlinderung resp. Schmerzfreiheit auf. Nach vier bis acht Bestrahlungen war im allgemeinen die Erkrankung ausgeheilt. REH spricht von einer Schmerzdosis und einer Heildosis, wobei die letztere das Drei- bis Vierfache der ersteren beträgt.

Arbeiten der letzten Jahre befassen sich mit der Behandlung des Kropfleidens durch Quarzlicht.

Nach LANGENMARK kommen für die Behandlung des Kropfes Fälle in Frage, die den Eingriff verweigern oder die wegen ihrer geringen Größe keine Operation erfordern, oder bei denen der schlechte Allgemeinzustand oder andere Erkrankungen eine Gegenanzeige für den Eingriff abgeben. Die Kropfgegend wird, bei gleichzeitiger Joddarreichung, jeden zweiten Tag bei einem Abstand von 50 cm zehn Minuten lang bestrahlt. Mit diesem Verfahren hat LANGENMARK von 1917 bis 1923 128 Kröpfe behandelt und davon 70 Fälle nachuntersucht. Dabei zeigte sich, daß der Kropf in 74,3% der Fälle vollkommen beseitigt war; in den übrigen 25,7% fanden sich nur noch kleine Reste.

Ein Jahr später, 1924, berichtet KLATSCHKINS über gute Erfolge der Quarzlichtbehandlung bei BASEDOW-Kröpfen in neun Fällen. Hier wurde anschließend mit Quarzlicht behandelt und jede weitere Therapie unterlassen; es zeigte sich eine auffallende Besserung der subjektiven Beschwerden, Nachlassen oder Aufhören der Neigung zum Schwitzen, Verminderung des Halsumfanges bis um 3 cm, Besserung der Tachykardie; in einem stationär behandelten Falle setzte die Menstruation wieder ein und war eine auffallende Besserung des Exophthalmus und der anderen Symptome zu konstatieren.

LIVET, L. BONNET-LEMAIRE et ROGER berichten über zwei Fälle von leichterem BASEDOW bei Frauen, von denen durch die Behandlung mit ultravioletten Strahlen und Schwingungen niederer Frequenz bei einem Heilung, bei dem anderen eine wesentliche Besserung zu erzielen war.

Aus diesen Angaben ist jedenfalls das eine zu entnehmen, daß bei BASEDOW-Fällen, die aus irgendwelchen Gründen der operativen Therapie nicht zugeführt werden können, zunächst ein Versuch mit Quarzlichtbestrahlung zu machen wäre. Vergleichende Bestimmung des Grundumsatzes und der klinischen Symptome werden bei nachgewiesener Besserung die Anzeige für den operativen Eingriff abgeben.

Über einen vorläufigen Heilerfolg bei einem rasch wachsenden malignen Lymphogranulom des Mediastinums, der linken Halsseite und der linken Axilla durch Sonnenbestrahlung berichtet LAHMANN; sechsmalige Röntgenbestrahlung (20 Minuten; 2 mm Aluminium; 3 MA) verschlechterte zunächst das Blutbild und Allgemeinbefinden. Der Mediastinaltumor wuchs rasch. Nach zweieinhalb Monaten wurde intensive Sonnenbestrahlung (täglich eine halbe bis fünf Stunden steigend; an trüben Tagen bis zwei Stunden Höhensonne) in Anwendung gebracht. Der Tumor zerfiel rasch unter Fiebererscheinungen. Kontrollunter-

suchung nach vier Monaten ergab klinisch und röntgenologisch keine Spuren des Tumors sowie ein normales Blutbild. Nach zwei Jahren kein Rezidiv. Dieser bemerkenswerte Fall, den LAHMANN als einen vorläufigen Heilerfolg bezeichnet, ging später, wie aus einer Mitteilung LAHMANNs hervorgeht, an einer Grippepneumonie zugrunde.

Über gute Erfolge der Sonnenbehandlung wird bei Erkrankungen des Magens berichtet.

Für Magenkranke kommen nach JAGÜE allgemeine Lichtbäder nur im Liegen in Betracht. Bei lokalen Sonnenbädern soll die bestrahlte Fläche nicht zu klein genommen werden. Dauer des Bades von zehn Minuten steigend bis eine Stunde und darüber. Die Bäder wirken gut bei nervöser Dyspepsie. Da die Wärme antispasmodisch wirkt, ist Linderung von Schmerzen zu erwarten, die auf Spasmen beruhen. Bei Hyperchlorhydrie ist die gute Wirkung teils auf Aufhebung pylorospastischer Prozesse zu beziehen, teils offenbar auf günstige Beeinflussung der Hyperazidität selbst. Sehr günstig werden Magenulzera, besonders solche traumatischer Ätiologie, beeinflußt; doch soll nach einer Blutung acht Tage gewartet werden. Bei Pylorusstenosen wird die spastische Komponente beeinflußt; beeinflufßbar sind auch Perigastritiden; dagegen Hypochlorhydrien und Achylien nur bei nervöser Provenienz, während solche mit Drüsenatrophie schlecht reagieren, ebenso wie Tumoren. Sehr gut sind die Einwirkungen auf Magenoperierte; Verstopfung und Durchfälle gastrogener Art reagieren entsprechend dem gastrischen Grundleiden.

In ähnlicher Weise berichtet PLANK, T. HOWARD über Heilung eines Falles von Magenulkus mit Quarzlampenbestrahlung. Auch bei Fällen von spastischer Colitis und von intraperitonealen Adhäsionen wird, insbesondere von ASMANI über gute Resultate der künstlichen Höhensonne berichtet.

Bei bazillärer Epididymitis haben AUGÉ und ALINAT in fünf Fällen durch Ultraviolettbehandlung vollständige Heilung erzielt, bei einem ausgedehnten, bis tief in den Nacken reichenden Karbunkel führte nach ausgiebiger chirurgischer Behandlung die Höhensonnenbestrahlung zu einer auffallend raschen Heilung (JOLY).

Das Hauptanwendungsgebiet der Lichtbehandlung bilden gewisse Erkrankungen an den Extremitäten. Da sind es in erster Linie torpide Geschwüre Unterschenkelulzera, welche manchmal in überraschend kurzer Zeit zur Ausheilung kommen (RASERO, GAUJOUX u. a.).

Auch ein Fall von Gangrän des Fußes wurde nach dem Bericht von PLANK und T. HOWARD mit Quarzlicht zur Ausheilung gebracht! Ernst zu nehmen ist die Anregung der Kallusbildung durch die Lichtbehandlung. Nach PACINI steigt der Phosphor- und Calciumgehalt im Serum nach Quarzlichtbestrahlung. Man kann also dem erhöhten Bedarf des Körpers beim Knochenaufbau nach einer Fraktur dadurch entgegenkommen, daß man ihm durch Ultraviolettbestrahlung mehr Phosphor und Calcium anbietet. Auch nach BERNHARD u. a. hat das Sonnenlicht auf die Knochen und die Kallusbildung einen sehr günstigen Einfluß.

Ausgedehnte, unschöne Narben verkleinern sich unter Quarzlicht zusehends; aber auch Narben, die zu schweren Kontrakturen führen, erweichen, und die Extremitäten erhalten ihre Gebrauchsfähigkeit. SHELLY berichtet über eine Anzahl derartiger Erkrankungen und über gute Erfolge. SHELLY hat bei einer Reihe von Soldaten aus Armierungsbataillonen, bei denen die Arbeit mit Picke und Schaufel eigenartige Fingerkontrakturen erzeugte, mit Quarzlicht und Hochfrequenzströmen in wenigen Sitzungen auffallende Besserungen, ja

sogar Heilungen gesehen. Es handelt sich angeblich um keine echten DUPUYTRENschen Kontrakturen. SHELLY führt diese Beugestellungen der Finger auf eine durch die ungewohnte Arbeit verursachte entzündliche Reizung der Synovialmembran der Beugesehnenscheiden zurück. Allmählich entsteht eine Schrumpfung dieser Scheiden, ohne daß eine echte Verkürzung der Sehnen zustande kommt. Durch die erweichende und lockernde Wirkung verschwinden die lokalisierten Knötchen und Schwielen der Palmarfaszie, so daß die Fingersehnen wieder ihre volle Beweglichkeit in ihrem Gleitbett erhalten. Auch die bekannten Ganglien will SHELLY in ähnlicher Weise beseitigt haben, ebenso die oft ätiologisch unklaren neuralgischen Schmerzen in den oberflächlichen Hautbezirken der Hand und der Finger.

Nach ALLARD ist die Lichttherapie für ankylosierte Gelenke vielen anderen Behandlungsmethoden vorzuziehen, da sie die Wärmewirkung mit der Wirkung der chemischen Strahlen vereinigt. Bei den sogenannten „falschen“ Ankylosen leistet sie als alleinige Maßnahme Brauchbares; bei den kompletten Ankylosen ist sie als unterstützendes Moment für die chirurgische Therapie heranzuziehen.

Auf ein neues, bisher unbekanntes Gebiet der Lichttherapie weist HAZEN hin. Quarzkompressionsbehandlung führte in acht Fällen zur Ausheilung der durch Röntgenstrahlen erzeugten Telangiektasien: Mit einer scharfen Lampe wurden fünfzehn bis zwanzig Minuten pro Feld gegeben. In keinem Falle waren mehr als zwei Sitzungen notwendig, um die erweiterten Blutgefäße zum Verschwinden zu bringen; die Atrophie bleibt natürlich bestehen.

Vor der wahllosen Anwendung der Lichttherapie wurde bereits früher gewarnt und ein Ausspruch FRANGENHEIMS angeführt, daß die Zahl der Gegner der Lichttherapie durch die wahllose Anwendung derselben wächst.

Es gibt aber noch besondere Gegenanzeigen, die die Lichttherapie verbieten: nicht kompensierte Herzfehler, vorgeschrittene Arteriosklerose, vorgeschrittene Lungentuberkulose und anatomische Erkrankungen des zentralen Nervensystems bilden nach WITTEK eine Gegenanzeige zur Anwendung der Blaulichtbehandlung.

Schon deshalb soll und darf sie nur ausschließlich in der Hand des Arztes angewendet werden. Sie bildet eine wichtige Bereicherung unserer Therapie; das bewiesen die großen Erfolge auf dem Gebiet der konstitutionellen Erkrankungen, der Anämie, der Rachitis, der Tuberkulose, der Hautkrankheiten und in der Wundbehandlung und die günstigen Einwirkungen auch bei vielen, nicht tuberkulösen infektiösen Prozessen. Ein Allheilmittel ist sie nicht, nur ein, allerdings wertvoller, unterstützender Behelf unserer Therapie.

Literatur

ALLARD, F.: La thermotherapie et la luminothérapie dans les ankyloses (Thermotherapie und Lichttherapie bei Ankylosen). Journ. de radiol. et d'électrol., Bd. 1, Nr. 4, S. 216. 1914. — AMSTAD, ERNST: Die Heliotherapie der nicht tuberkulösen Affektionen (Klin. v. Dr. ROLLIER, Leysin). Schweiz. med. Wochenschr., Jg. 52, Nr. 5, S. 105 bis 110. 1922. — ARMAND-DELLILLE, P. F.: L'héliotherapie. (Die Lichtbestrahlungsbehandlung.) Monogr. clin. sur les questions nouv. en med. en chirurg. en biol., Nr. 75, S. 1 bis 35. 1914. — ARMANI, L.: L'eliotherapia artificiale nella colite spastica e nella aderenze intestinali (Die künstliche Höhensonnentherapie bei spastischer Colitis und Darmverwachsungen). (Osp. degli infermi, Biella.) Raggi ultravioletti, Jg. 21, Nr. 4, S. 114 bis 117. 1925. — AUGÉ, A. et P. ALINAT: Cinq observations d'épididymite bacillaire traitées et guéries par les rayons ultra-violets (Fünf Beobachtungen von bazillärer Epididymitis, welche mit Ultraviolettbestrahlung

geheilt wurde). Arch. d'électr. méd., Jrg. 32, Nr. 501, S. 167. 1924. — BACH, HUGO: Anleitungen und Indikationen für Bestrahlungen mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne“. Unter Mitarbeit von OSKAR DAVID, FERDINAND ROHR, HANS WAUBKE, JOHANNES KEUTEL, 7. und 8. umgearb. und verm. Aufl., VII, 160 S. Leipzig: CURT KABITZSCH. 1921. — DERSELBE: Dasselbe. 9. bis 11. umgearb. und verm. Aufl., 204 S. Leipzig: CURT KABITZSCH. 1922. — DERSELBE: Dasselbe. 6. Aufl., VI, 126 S., Leipzig und Würzburg: CURT KABITZSCH. 1920. — BUDDE, WERNER: Die Quecksilberdampf-Quarzlampe „Künstliche Höhensonne“ in der Chirurgie. Ergebn. d. Chir. u. Orthop., Bd. 13, S. 97 bis 143. 1921. — CORDIER, M.: La pratique de la cure solaire (Die Praxis der Sonnenbehandlung). Journ. de méd. de Lyon. Jahrg. 3, Nr. 62, S. 453 bis 461. 1922. — ECKSTEIN, A.: Über die Grundlagen der Bestrahlungstherapie mit natürlichen und künstlichen Lichtquellen. (Univ.-Kinderklinik Freiburg i. Br.) Klin. Wochenschr., Jahrg. 4, Nr. 20, S. 953 bis 959. 1925. — GAUJOUX, EM.: L'héliothérapie marine au congrès de Cannes (Die Heliotherapie am Meere im Kongreß von Cannes). Ann. de méd. et de chirurg. infant., Jahrg. 18, Nr. 11, S. 357 bis 370. 1914. — HAZEN, H. H.: The ultraviolet ray in the treatment of Roentgen ray telangiectasis (Die Behandlung der durch Röntgenstrahlen erzeugten Teleangiectasien mit ultravioletten Strahlen). Americ. Journ. of roentg., Bd. 9, Nr. 2, S. 101. — JOLY: Un cas d'anthrax de la nuque traité par le bouillon vaccin Gremy et l'héliothérapie artificielle (Ein Fall von Nackenkarbunkel, behandelt mit Bouillonvaccine Gremy und künstlicher Höhensonne). Scalpel, Jahrg. 77, Nr. 29, S. 827 bis 829. 1924. — KLATSCHKIN, L. N.: Zur Quarzlichtbehandlung der Basedowkrankheit. Kasanski med. Journ., Jahrg. 20, Nr. 4, S. 362. 1924. — KOENIGSFELD, HARRY: Stoffwechsel und Blutuntersuchungen bei Bestrahlungen mit künstlicher Höhensonne. (Med. Univ.-Poliklin. Freiburg i. Br.) Zeitschr. f. klin. Med., Bd. 91, Heft 3 bis 6, S. 159 bis 189. 1921. — LAHMANN, ALBERT: Kombinierte Röntgen- und Sonnenbestrahlung bei Granulom. (Vorläufiger Heilerfolg.) Kasuistischer Beitrag. (Dr. LAHMANN'S Sanatorium „Weißer Hirsch“ bei Dresden.) Münch. med. Wochenschr., Jahrg. 68, Nr. 39, S. 1249 bis 1250. 1921. — LANGEMAK: Über die Behandlung des Kropfleidens mit Jod und Quecksilberdampf-Quarzlichtbestrahlungen und über Kropfprophylaxe. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 177, Heft 5, 6, S. 343 bis 361. 1923. — LAQUEUR, A.: Grenzen der Leistungsfähigkeit der künstlichen Höhensonne. Allg. med. zentrale Zeit., Jahrg. 89, Nr. 26, S. 122 bis 123. 1920. — LIVET, BONNET, LEMAIRE et ROGER: Traitement du goitre exophtalmique par les rayons ultraviolets et les vibrations à basse fréquence (Behandlung der Basedowstruma durch ultraviolette Strahlen und Schwingungen niederer Frequenz). Évolution méd. chir., Jahrg. 6, Nr. 4, S. 148 bis 150. 1925. — Neue deutsche Chirurgie, Bd. 23: BERNHARD, O.: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie, einschließlich der künstlichen Lichtquellen, 2. neubearb. Aufl. Stuttgart: FERDINAND ENKE. 1923. — OPPENHEIM, L.: Les rayons ultra-violets dans la thérapeutique (Die Therapie mit ultravioletten Strahlen. Bull. méd., Jahrg. 35, Nr. 51. — PACINI, A. J.: Ultraviolet radiation in the treatment of fractures (Ultravioletbestrahlung bei der Behandlung von Frakturen). Americ. med., Bd. 28, Nr. 12, S. 701 bis 706. 1922. — PARTISON, C. LEE: The therapeutic effects of ultra-violet radiations (Die therapeutischen Wirkungen von Ultravioletbestrahlungen). LANCET, Bd. 207, Nr. 16, S. 798 bis 799. 1924. — PLANK, T. HOWARD: More about actinic rays (Neues über aktinische Strahlen). Americ. Journ. of electrotherapeut. a. radiol., Bd. 40, Nr. 4, S. 109 bis 112. 1922. — RASERO, R.: L'influenza dei raggi ultravioletti sopra i processi di cicatrizzazione delle ulcere e piaghe (Der Einfluß der ultravioletten Strahlen auf narbige Geschwüre und torpide Wunden). Rif. med., Jahrg. 38, Nr. 33, S. 772 bis 774. 1922. — REH, H.: Weitere Indikationen zur Höhensonnentherapie, Strahlentherapie. Bd. 14, Heft 3, S. 715 bis 722. 1922. — SAMPSON: Ultraviolet an x ray as physiologic complements in the therapeutics: a newly established clinical treatment (Ultraviolette Strahlen und Röntgenstrahlen als sich gegenseitig physiologisch ergänzende therapeutische Faktoren). Eine neugewonnene klinische Behandlungsmethode. Americ. journ. of roentgenol., Bd. 9, Nr. 9, S. 570 bis 584. 1922. — SHELLY, C.: A preliminary note of the treatment of contracted fingers and of some cases of cataract by mild high frequency currents and violet rays (Vorläufige Mit-

teilung über die Behandlung kontrakter Finger und einiger Fälle von Starerkrankung mit schwachen Hochfrequenzströmen). Arch. of radiol. a. electrotherapy, Bd. 27, Nr. 6, S. 177 bis 183. 1922. — SKINNER: Heliotherapy natural and artificial (Heliotherapie, natürliche und künstliche). Mod. med., Bd. 2, Nr. 7, S. 487 bis 490. 1920. — SCHILLER: Actino therapy in infection (Strahlentherapie bei Wundinfektion). Journ. of the Michigan state, med. soc., Bd. 21, Nr. 6, S. 247 bis 249. 1922. — SCHMIDT, LUDW.: Über das Verhalten von Keimen auf der äußeren Haut gegenüber ultravioletem Lichte. Zentralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskrankh., Abt. I, Orig.-Bd. 88, Heft 4, S. 286 bis 289. 1922. — TORRACA, L.: L'influenza dell'irradiazione solare in alta montagna sul processo di guarigione delle ferite. Arch. ital. di chir., Bd. 3, Heft 5, S. 441 bis 452. 1921. — WITTEK: Die biologischen Grundlagen der Sonnenbehandlung, ihre Indikation und Durchführung, besonders im Gebirge. 16. Kongr. d. deutsch. orthop. Ges., Berlin. 1921. — YAGUEY, ESPINOSA: Heliotherapie bei Magenkrankheiten. Progr. de la clin., Jahrg. 8, Nr. 86, S. 79 bis 82. 1920. — ZIEGLER, KURT: Über die Wirkung der künstlichen Höhensonne auf den Gesamtorganismus. Strahlentherapie, Bd. 14, Heft 1, S. 15 bis 24. 1922.

Lichttherapie innerer Erkrankungen

Von

August Laqueur-Berlin

Mit 1 Abbildung

I. Allgemeinerkrankungen

Einleitung

Die Bedeutung der Lichtbehandlung auf dem Gebiete der inneren Krankheiten beruht in erster Linie auf der Beeinflussung der allgemeinen Körperfunktionen, insbesondere des Stoffwechsels, der innersekretorischen Vorgänge, der Immunkörperbildung, dann auch auf der Veränderung der Blutzusammensetzung durch das Licht. Somit kommen für die Lichttherapie von inneren Krankheiten vor allem Anomalien der Konstitution und des Stoffwechsels in Betracht, und in der Tat sehen wir auch, daß bei derartigen Erkrankungen im Kindesalter, z. B. bei der Rachitis, der exsudativen Diathese, der Tetanie usw., die Allgemeinbestrahlung des Körpers, insbesondere mit Ultraviolettstrahlen, ihre höchsten Triumphe feiert. Anders liegen aber die Verhältnisse bei Konstitutions- und Stoffwechselanomalien der Erwachsenen. Theoretisch genommen, müßte angesichts der mächtigen Beeinflussung, die nachgewiesenermaßen der Eiweißstoffwechsel, die Funktion innersekretorischer Drüsen, der Kalk-Blutzuckerspiegel, die Fermentbildung, insbesondere auch die der Hautfermente, durch das Licht erfahren, die Lichtbehandlung in Form der allgemeinen Ultraviolettbestrahlung sozusagen die gegebene Therapie bei allen möglichen Störungen des Stoffwechsels und mit solchen verbundenen Konstitutionskrankheiten sein. Merkwürdigerweise sind aber die praktischen Erfolge und Erfahrungen auf diesem Gebiete, soweit es sich um Erkrankungen Erwachsener handelt, bisher recht dürftig. Woran das liegt, ist schwer zu sagen. Möglich, daß der Organismus des Erwachsenen nicht in der gleichen Weise wie der kindliche auf den Einfluß der Lichtstrahlen anspricht. Auch fehlt es unseres Wissens an systematischen klinischen Untersuchungen in größerem Ausmaß. Jedenfalls ist, wie wir noch sehen werden, über die therapeutische Beeinflussung der hauptsächlichsten Stoffwechselkrankheiten, des Diabetes, der Gicht und der Fettsucht, durch das Licht, soweit es sich dabei nicht um Wärmewirkungen handelt, recht wenig bekannt. Was die Erkrankungen der endokrinen Drüsen betrifft, so wissen wir bisher nur, daß Störungen der Ovarienfunktion, insbesondere durch Hypofunktion bedingte Oligomenorrhöe und Amenorrhöe, teils durch Allgemeinbestrahlung, teils durch vaginale örtliche Bestrahlung (mit der LANDECKERSchen Ultrasonne) günstig beeinflußt werden können. In bezug auf die Einwirkung der Lichtbehandlung auf andere konstitutionelle Erkrankungen ist uns auch nur der günstige therapeutische Einfluß des Lichtes beim Heu-

asthma näher bekannt. Also alles in allem liegt hier ein Kapitel vor, dessen Erforschung gerade in praktischer Hinsicht noch der Zukunft vorbehalten bleiben muß. Bis dahin muß man sich aber vor rein theoretisch-spekulativen Betrachtungen auf diesem Gebiete hüten, mögen sie noch so sehr durch experimentelle Forschungen begründet sein.

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten primären Stoffwechsel- und Konstitutionsstörungen ist aber eine sichere Beeinflussbarkeit durch die Lichtbehandlung vorhanden bei sekundären Störungen des Allgemeinbefindens und der Stoffwechselvorgänge, wie sie sich nach akuten Infektionskrankheiten, schweren Operationen u. dgl., mit anderen Worten, also in der Rekonvaleszenz finden. Weiterhin spielt auch in der Behandlung gewisser Infektionskrankheiten, auch beim Erwachsenen, die Lichttherapie eine wichtige Rolle. Vor allem bei der Tuberkulose, die allerdings in den folgenden Kapiteln nur gelegentlich Erwähnung finden wird, da der Therapie der Lungentuberkulose eine besondere Bearbeitung von anderer Seite gewidmet ist und die meisten übrigen tuberkulösen Erkrankungen, mit Ausnahme der Peritonealtuberkulose, nicht mehr in das Gebiet der inneren Medizin gehören. Es sei aber ausdrücklich auch an dieser Stelle schon auf die große prophylaktische Bedeutung hingewiesen, die gerade auch bei Erschöpfungskrankheiten und in der Rekonvaleszenz der Allgemeinbestrahlung mit Ultraviolettlicht bei der Verhütung sekundärer tuberkulöser Erkrankungen zukommt.

Schließlich seien hier, im Zusammenhang mit diesen sekundären Konstitutionserkrankungen, als geeignet für die Lichtbehandlung die sekundären Anämien genannt. Mit Ausnahme der Chlorose verhalten sich dagegen die primären bzw. idiopathischen Anomalien der Blutbildung der Lichttherapie gegenüber meist refraktär.

1. Stoffwechselkrankheiten

Wir müssen bei der Lichtbehandlung der Stoffwechselkrankheiten zweierlei Arten von Einwirkung unterscheiden. Erstens einmal die Wirkung der biologisch und chemisch aktiven Strahlen aus dem ultravioletten und benachbarten anderen kurzwelligen Teile des Spektrums, und zweitens die Wirkung der Lichtwärmestrahlen. Beiden Strahlenarten kommt eine erhebliche Beeinflussung des Stoffwechsels zu; aber die Wirkung der Lichtwärmestrahlen ist untrennbar verbunden mit derjenigen sonstiger Wärmeanwendungen überhaupt, und sie ist deshalb nur in beschränktem Maße als reine Lichtwirkung anzusehen. Wir werden uns daher in folgendem vorzugsweise mit der Beeinflussung von Stoffwechselkrankheiten durch kurzwellige Strahlengattungen, die wir unter dem Namen „kaltes Licht“ zusammen fassen können, beschäftigen und nur anhangsweise der Anwendung der Lichtwärmestrahlen Erwähnung tun.

a) Der Diabetes

Im physiologischen Abschnitt dieses Werkes ist geschildert, daß die Ultraviolettstrahlen oder, allgemeiner gesagt, das „kalte Licht“, den Blutzucker-gehalt beeinflussen, und zwar vorwiegend im Sinne einer Herabsetzung. FRENKEL-TISSOT fand, daß ebenso wie die Sonnenstrahlen auch die Ultraviolettstrahlen der Quarzlampe eine Herabsetzung des Zuckergehaltes im Blute bewirken. Genauere Untersuchungen hat dann L. PINCUSSEN über diesen Gegenstand angestellt. Es zeigte sich in Tierversuchen, daß meistens der Blutzucker-gehalt durch Bestrahlung mit kaltem Licht (gekühltes Kohlenbogenlampen- oder Nitra-

Glühlampenlicht) vermindert wird und daß sich diese Wirkung durch Sensibilisierung mit Eosin noch steigern läßt. ST. ROTHMANN konnte ebenfalls ein Sinken des Blutzuckerspiegels nach Ultraviolettlichtbestrahlung beobachten; er deutet diese Erscheinung als Zeichen einer Herabsetzung des Sympatikustonus, ebenso wie die von ihm und CALLENBERG konstatierte Erhöhung des Serumkalkspiegels. Bei Schleimhautbestrahlung mittels der LANDECKERSchen Ultrasonne haben A. LAQUEUR und H. WIENER ebenfalls fast regelmäßig eine recht beträchtliche Herabsetzung des Blutzuckers feststellen können. Es fehlt also nicht an Beobachtungen über eine unmittelbare Beeinflussung des Zuckergehaltes durch aktive Lichtstrahlen. Man darf dabei aber wohl nicht übersehen, daß hier jedenfalls auch den Fermenten eine gewisse Rolle zuzuschreiben ist. Schon K. WAGNER hat diese Vermutung ausgesprochen, und neben früheren Versuchen über die Beeinflussung der Fermente überhaupt durch das Licht, seien noch besonders hier die Befunde von N. SUGIHARA erwähnt, der bei Bestrahlung der Haut mit Sonnenlicht, der künstlichen Höhensonne und der Ultrasonne eine deutliche Veränderung des Fermentgehaltes der Haut konstatierte. Das hier am meisten interessierende diastatische Ferment zeigte sich allerdings in diesen Versuchen nach der Bestrahlung vermindert; die Fermente des Blutes selbst wurden dagegen nicht beeinflusst.

Trotzdem also ein nicht unbeträchtliches experimentelles Material für die Beeinflussung des Blutzuckers durch Lichtstrahlen vorliegt, wobei wir auf die Veränderung des respiratorischen Stoffwechsels durch das Licht noch gar nicht näher eingehen wollen, sind die am zuckerkranken Menschen gewonnenen Resultate über die Beeinflussung des Diabetes durch die „kalten“ Lichtstrahlen recht spärlich. Genauere Beobachtungen über diesen Gegenstand hat nur L. PINCUSSEN mitgeteilt. Er fand, daß bei Diabeteskranken, die keine vermehrte Diurese aufwiesen, der Blutzuckergehalt und auch die Zuckerausscheidung unter der Bestrahlung mit Quarzlicht oder gekühltem hochhelligem Glühlicht deutlich abnimmt, in einem Falle konnte der Patient durch die Bestrahlung völlig zuckerfrei gemacht werden. Bei einem anderen Kranken stieg nach den ersten Bestrahlungen zunächst die Zuckerausscheidung etwas an, was PINCUSSEN auf eine Mobilisation der Kohlenhydrate, wie er sie in seinen Tierversuchen öfters beobachtet hatte, zurückführt. Dann aber erfolgte ein Absinken der Zuckerausscheidung, die auch später, nach Abschluß der Behandlung, die früheren Werte nicht mehr erreichte. Bemerkenswert ist, daß hierbei die Azetonkörper nach der Bestrahlung aus dem Urin verschwanden. Eine Verminderung der Azetonurie sah PINCUSSEN auch in einem schweren Falle von Diabetes mit stark erhöhter Urinausscheidung; hier wie in einem ähnlichen Falle, wo ebenfalls die Diurese vermehrt war, wurde dagegen die Zuckerausscheidung selber nicht beeinflusst. PINCUSSEN nimmt an, daß bei Zuckerkranken, bei denen die erhöhte Flüssigkeitsausscheidung auf eine Mitwirkung der Hypophyse hindeutet, die oxydierende Wirkung der Strahlen nicht mehr genügt, um einen Abbau der großen ausgeschwemmten Zuckermengen zu ermöglichen. Bemerkt sei, daß PINCUSSEN bei seinen Versuchen gleichzeitig mit der Bestrahlung durch innerliche Verabreichung von Eosin (täglich 0,25 in Kapseln) eine Sensibilisierung vorgenommen hat.

Unter der Bestrahlung mittels der LANDECKERSchen Ultrasonne hat ferner A. ANDERSEN in zwei Fällen von Diabetes melitus mittelschwerer Art eine deutliche Herabsetzung des Blutzuckergehaltes beobachtet; bei beiden Patienten wurde eine völlige Beseitigung der Zuckerausscheidung erreicht.

Eine weitere klinische Nachprüfung dieser beiden so wichtigen Mitteilungen ist nun merkwürdigerweise bislang nicht erfolgt. Es mag an dem großen Interesse liegen, das jetzt der Insulinbehandlung zugewandt wird, daß man darüber andere Methoden zurücksetzt. Auch wird sicherlich nicht jede Form von Diabetes durch die Lichtbehandlung beeinflußt, wie schon aus den PINCUSSENSchen Versuchen hervorgeht und wie ich auch durch eigene Beobachtungen bestätigen kann. Solche negativen Erfahrungen pflegen dann von weiteren Versuchen abzuschrecken.

Was die Methodik der Behandlung des Diabetes mit chemisch aktivem Licht betrifft, so kommen hierfür Allgemeinbestrahlungen, am besten mit der Quecksilberquarzlampe, in Frage. K. WAGNER hat dafür ein genaues Behandlungsschema angegeben, auf das näher einzugehen aber so lange keinen Zweck hat, als nicht mehr positive klinische Erfahrungen vorliegen.

Die Anwendung der Lichtwärmestrahlen bei Zuckerkranken deckt sich in ihrer Wirkungsweise und in ihren Indikationen im wesentlichen mit der Wärmebehandlung dieser Krankheit überhaupt; aber auch auf diesem Gebiete sind die experimentellen und klinischen Resultate spärlich und ungleich.

Im Tierversuche fanden LÜTHJE, ALLARD und R. KOHLER, daß es gelingt, die Zuckerausscheidung bei diabetisch gemachten Tieren durch Wärme zu beeinflussen: LÜTHJE erzielte bei pankreasdiabetischen Hunden durch Erwärmung im Brutschrank eine Herabsetzung der Zuckerausscheidung, ALLARD konnte das nur an solchen Tieren bestätigen, bei denen das Pankreas nicht vollständig entfernt war, und R. KOHLER fand beim Phloridzin-Diabetes keinen konstanten Einfluß der Wärme, während durch Kälte die Zuckerausscheidung vermindert wurde. Bei Menschen mit alimentärer Glykosurie erzielte GROBER ebenso wie nach russisch-römischen Bädern auch nach elektrischen Licht- und nach Sonnenbädern eine Verminderung der Zuckerausscheidung. Ich selbst sah bei einem Diabetiker nach mehrwöchentlicher Behandlung mit elektrischen Lichtbädern, die von kühlen Halbbädern gefolgt waren, eine erhebliche Verminderung der Zuckerausscheidung bei gleichzeitiger Besserung des Allgemeinbefindens ohne Veränderung der Diät eintreten. Bei anderen Patienten hingegen verliefen die Versuche negativ. MARCUSE erwähnt in seiner Monographie über Sonnenbäder, daß diese nur bei leichtem Diabetes anwendbar, bei mittelschweren und schweren Fällen hingegen kontraindiziert seien; nähere Erläuterungen werden jedoch hierzu nicht gegeben.

Also alles in allem sind unsere Kenntnisse von der Wirkung der Allgemeinbehandlung des Diabetes mit Lichtwärmestrahlen recht lückenhaft. Wir möchten aber hinzufügen, daß sich die örtliche Applikation der Lichtwärmestrahlen in Form der blauen Bogenlichtbestrahlung oder des blauen Solluxlichtes zur Behandlung von Komplikationen des Diabetes, nämlich von Neuralgien und peripherischen Zirkulationsstörungen, recht gut eignet. Wenn darüber auch die Behandlung des Grundleidens nicht vernachlässigt werden darf, so haben wir doch von dieser lokalen Therapie bei jenen Erkrankungen recht gute symptomatische Erfolge gesehen. Die nähere Technik werden wir noch bei Besprechung der Lichttherapie der Neuralgien und örtlichen Zirkulationsstörungen schildern. Statt der Bestrahlung empfiehlt sich zuweilen, namentlich bei vasomotorisch-trophischen Störungen an den Füßen bzw. Zehen, auch die Anwendung von lokalen Lichtkastenbädern, wobei es aber weniger auf Erzielung einer Diaphoresis als auf den Bestrahlungseffekt ankommt, und wobei naturgemäß Verbrennungen besonders sorgfältig vermieden werden müssen.

In einem Falle von Diabetes insipidus hat H. BACH durch Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne Heilung erzielen können; doch ist dieser

Erfolg, wie der Autor selbst zugibt, nicht eindeutig, da die Krankheit wahrscheinlich sekundär durch Residuen einer alten Otitis media entstanden war und die Beseitigung der Polyurie vermutlich durch Abheilung dieser Entzündungsreste bedingt war.

b) Die Fettsucht

Nach übereinstimmender Ansicht aller Ärzte spielt die Hautpflege in der Behandlung der Fettsucht eine wichtige Rolle; das gegebene Mittel dazu bilden hydrotherapeutische Anwendungen. Statt ihrer kann man naturgemäß auch durch allgemeine Höhensonnenbestrahlung die Hautfunktionen kräftigen und namentlich bei anämischen Fettleibigen zugleich überhaupt roborisierend wirken. Ob es aber darüber hinaus gelingt, mit der Quarzlichtbestrahlung durch Anregung der fermentativen Tätigkeit im Organismus eine Steigerung der dissimulatorischen Vorgänge bei der pathologischen Fettsucht zu erzielen, wie K. WAGNER vermutet, muß, bis genauere Daten darüber vorliegen, dahingestellt bleiben.

Wirksamer als die künstliche Höhensonne haben sich die natürlichen Sonnenbäder bei der Therapie der Fettsucht, vor allen Dingen der Mastfettsucht, erwiesen. LENKEI erzielte in solchen Fällen ohne Diäteinschränkung durch eine Kur mit fünfzehn Sonnenbädern eine Gewichtsabnahme von durchschnittlich 3 bis $3\frac{1}{2}$ kg (minimale Abnahme 1 kg, größte 7,5 kg). Es wurden dabei die Sonnenbäder selbst je 30 Minuten lang appliziert, darauf folgte dann noch eine Bestrahlung des eingepackten Körpers während einer Viertelstunde. J. MARCUSE, der gleichzeitig Diät einhalten ließ, sah, daß bei einer Entfettungskur ohne Sonnenbäder die Gewichtsabnahme pro Woche im Mittel 1 bis 1,5 kg betrug, sie stieg jedoch auf 2 bis 3,5 kg, wenn jeden zweiten Tag ein Sonnenbad eingeschoben wurde. Auch VAN OORDT bestätigt die günstige Einwirkung der Sonnenbäder bei der Behandlung der Fettleibigkeit. Er appliziert diese Bäder in vielen Fällen täglich, von fünf bis fünfzehn Minuten beginnend bis zu einer Stunde lang. Eine nachfolgende Trockenpackung wird nur bei widerstandsfähigen Patienten appliziert, sonst läßt VAN OORDT dem Sonnenbad eine kurze kühle Wasseranwendung folgen. Allerdings ist eine nachfolgende Wasserprozedur nur dann erlaubt, wenn kein Sonnenerythem vorhanden ist.

Die elektrischen Glühlichtbäder sind ein in der physikalischen Behandlung der Fettsucht viel angewendetes Mittel. Sie sind hier aber nur bedingt als lichttherapeutische Prozedur anzusehen; denn sie bilden nur eine der mannigfachen Applikationsweisen der Wärme bei diesen Zuständen und stehen an Wirksamkeit anderen, mehr wärmestauenden Prozeduren, z. B. den heißen Vollbädern oder den Dampfkastenbädern, nach. Trotzdem werden die Lichtbäder ihrer bequemen Anwendungsweise wegen und auch weil sie das Herz relativ weniger angreifen als die wärmestauenden Prozeduren, gerne im Rahmen einer Entfettungskur angewandt. Die unmittelbare fettzersetzende Wirkung des einzelnen Lichtbades ist keine sehr erhebliche; man schätzt den jeweiligen Fettverlust etwa auf 20 Gramm; die unmittelbare Gewichtsabnahme nach einem Lichtbade beruht im wesentlichen auf dem Wasserverlust, der sich schnell wieder ersetzt. Trotzdem kommt den Lichtbädern mit nachfolgendem kühlen Halbbad oder Wechseldusche, kurgemäß zwei- bis dreimal wöchentlich angewandt, eine gewisse Bedeutung für die Behandlung der Fettleibigkeit zu, weil bei der Prozedur eine energische Anregung der Zirkulationsvorgänge stattfindet und damit günstigere Bedingungen für den Ablauf der Verbrennungsvorgänge im gesamten Organismus geschaffen werden; weil ferner die nachfolgenden hydrotherapeutischen Prozeduren noch stärker als das eigent-

liche Lichtbad oxydationserhöhend wirken, und weil der Patient durch die ganze Kur zu erhöhter körperlicher Betätigung angeregt wird. Die Dauer des eigentlichen Glühlichtbades beträgt jeweils 20 bis 25 Minuten, die Kastentemperatur steigt dabei, je nach der Art der verwandten Lampen, auf 45 bis 50°; jedenfalls muß das Bad bis zur Erzielung eines erheblichen Schweißausbruches fortgesetzt werden. Für Kopfkühlung und eventuelle Herzkühlung ist Sorge zu tragen und das Verhalten des Pulses sorgfältig zu beobachten. Überhaupt darf nicht vergessen werden, daß das Herz durch ein derartiges Lichtbad angestrengt wird und daß diese Bäder nur bei funktionell intaktem Herzen anwendbar sind. Da die Zahl der Fettleibigen mit völlig intaktem Herzen eine recht beschränkte ist, so schränkt sich dadurch die Anwendungsmöglichkeit der Lichtbäder bei der Adipositas recht erheblich ein.

c) Die Gicht

Da die chemisch aktiven Strahlen den Stoffwechsel erheblich alterieren und da insbesondere, wie wir aus den Untersuchungen von PINCUSSEN und seinen Mitarbeitern wissen, auch der Purinstoffwechsel durch die Belichtung nicht unbeeinflusst bleibt, so ist, theoretisch genommen, die Indikation der Anwendung der ultravioletten und anderen kalten Lichtstrahlen für die Behandlung der Gicht gegeben. Hinreichende klinische Erfahrungen liegen aber auch auf diesem Gebiete noch nicht vor, trotzdem ein beschleunigter Abbau von Purinbasen nach der Belichtung angenommen werden muß. Aus der theoretischen Überlegung, daß die Ultraviolettstrahlen fermentmobilisierend wirken und daß eine Herabsetzung der Erregbarkeit der neurozellulären Steuerung als eine der Ursachen der Gicht anzusprechen ist, empfiehlt K. WAGNER die Höhensonnenbehandlung bei dieser Krankheit. Neben der Allgemeinbestrahlung im anfallsfreien Stadium rät er auch zur Lokalbestrahlung in geringer Distanz (50 bis 20 cm absteigend) zwecks Beförderung der Resorption der Tophi. H. BACH empfiehlt die Höhensonnenbestrahlung besonders in den Fällen von Gicht anzuwenden, in denen eine abnorme Trockenheit der Haut besteht. Er nimmt an, daß bei solchen Kranken die Gicht durch mangelhafte Hautfunktion bedingt ist.

Auch Sonnenbäder sind von verschiedenen Autoren zur Gichtbehandlung versucht worden (LENKEI, DELACHAUX), aber auch hier liegen nähere klinische Daten noch nicht vor.

Die elektrischen Glühlichtbäder bilden ein Glied in der großen Reihe von Wärme- und Bäderprozeduren, die bei der Allgemeinbehandlung der Gicht viel angewandt zu werden pflegen. Auf die Wirkungen dieser Prozeduren hier näher einzugehen, würde aber zu weit von unserem Thema abführen.

2. Erschöpfungszustände — Rekonvaleszenz

Ein viel dankbareres Anwendungsgebiet für die eigentliche Lichttherapie als die Stoffwechselkrankheiten bilden nun diejenigen Konstitutionsstörungen, die durch Erschöpfung infolge von körperlicher oder geistiger Überanstrengung sowie durch eine überstandene akute Krankheit oder eine größere Operation hervorgerufen sind.

Bei Erschöpfung infolge von Überanstrengung macht sich der roborierende Einfluß der Allgemeinbestrahlung mit ultraviolettem Licht auch beim Erwachsenen in hervorragendem Maße geltend. Die Besserung des Schlafes, des Appetits, der körperlichen Leistungsfähigkeit, das Verschwinden etwaiger

Anämie und eine Gewichtszunahme bilden die sichtbare Folge einer derartigen Behandlung. Allerdings ist dabei auf den Zustand des Nervensystems besonders zu achten. Sind nämlich derartige Zustände mit allgemeiner nervöser Übererregbarkeit verbunden, so wirkt hiebei häufig die Ultraviolettlichtbestrahlung und erst recht die Bestrahlung mit natürlichem Sonnenlicht schädlich, weil Erregbarkeit steigend. Deshalb sind alle solche Fälle von der Lichttherapie auszuschließen und dieselbe auf diejenigen Formen von Erschöpfungszuständen zu beschränken, bei denen sichtliche Erscheinungen von Übererregbarkeit, wie Erhöhung der Reflexe, Tremor, vasomotorische Irritation fehlen. Nicht zu unterschätzen ist bei der Heilwirkung, namentlich der Ultraviolettbestrahlung, bei derartigen Zuständen auch das suggestive Moment, was angesichts der großen Popularität, deren sich die künstliche Höhensonne erfreut, nicht wundernehmen darf.

Die Technik der Lichtbestrahlung besteht bei derartigen Zuständen in Allgemeinbestrahlung des ganzen Körpers oder auch des bis zur Hüfte entblößten Oberkörpers mit der Quecksilberquarzlampe in der üblichen Dosierung (beginnend mit 90 bis 80 cm Entfernung und drei bis fünf Minuten Dauer — je nach der Stärke des Brenners — und ansteigend auf 60 bis 50 cm Distanz und Bestrahlung jeder Körperseite während fünfzehn Minuten). Die Zahl der Sitzungen dürfte durchschnittlich auf zehn bis fünfzehn zu bemessen sein; darüber hinaus zu gehen erscheint uns wegen der sich dann nicht selten einstellenden ermüdenden Wirkung einer übermäßig ausgedehnten Kur nicht ratsam. Aus demselben Grunde bestrahle man nicht öfter wie dreimal wöchentlich. Auch die Sonnenbäder sind hier, falls überhaupt angewandt, besonders sorgfältig zu dosieren, namentlich in der heißen Jahreszeit.

Zur Hebung des Allgemeinbefindens und zur Beschleunigung der Erholung hat sich ferner die Ultraviolettlichttherapie, in der eben geschilderten Weise angewandt, bei der Rekonvaleszenz nach akuten Krankheiten vorzüglich bewährt. Wenn auch die experimentellen Untersuchungen über die Beeinflussung des Hämoglobingehaltes und der Erythrozytenzahl durch die Belichtung keineswegs einheitliche Resultate ergeben haben, so zeigt doch die praktische Erfahrung, daß auch die bei solchen Patienten fast stets vorhandene Anämie durch die Ultraviolettlichtbestrahlung in hervorragendem Maße eine Besserung erfährt. Aus diesem Grunde eignen sich besonders auch solche Rekonvaleszenten für die Lichtbehandlung, deren vorausgegangene Krankheit mit schweren Blutverlusten verbunden war, also Operierte, Frauen, die starke Abortusblutungen oder eine Extrauterin gravidität durchgemacht haben, ferner schwere Anämien nach langdauernder Sepsis, nach Typhus u. dgl. m. Von sonstigen Krankheiten, bei denen in der Rekonvaleszenz eine Ultraviolettlichtbehandlung wünschenswert erscheint, seien diejenigen besonders genannt, in deren Gefolge sich erfahrungsgemäß häufig eine Tuberkulose zu entwickeln pflegt; also einerseits die Grippe, namentlich wenn sie mit einer Pneumonie verbunden war, anderseits die akute Pleuritis exsudativa oder sicca. Hier kann zweifellos eine Bestrahlungskur prophylaktisch wirken, deren Technik die vorhin geschilderte ist. Man wird dabei meistens mit dem Beginn bis zur völligen Entfieberung warten; doch können leichte abendliche Temperatursteigerungen, besonders bei Residuen einer Grippepneumonie, für die Bestrahlungskur keineswegs ein Hindernis bilden. Sie muß nur dann naturgemäß unter sorgfältiger Berücksichtigung des weiteren Temperaturverlaufes durchgeführt werden.

Die Sonnenbäder eignen sich wegen der Wärmekomponente des Sonnenlichtes im allgemeinen weniger zu der Lichtbehandlung in der Rekonvaleszenz.

Aus demselben Grunde möchten wir auch die Anwendung der künstlichen Quellen für Lichtwärmestrahlen bei derartigen Zuständen, wenn nicht gerade besondere Indikationen ihre örtliche Applikation notwendig machen, nicht empfehlen. Im übrigen wird schon aus äußeren Gründen die Sonnenlichtbehandlung unmittelbar nach der akuten Krankheit weniger in Frage kommen. Wenn in einem späteren Stadium die Patienten zu einer klimatischen Kur weggeschickt werden, so tragen dann zur Wiederherstellung andere klimatische Einflüsse, wie eine Freiluftliegekur und ähnliche Maßnahmen, mehr bei, als eventuelle, im Rahmen einer solchen Kur meist entbehrliche eigentliche Sonnenbäder; in jedem Falle müssen solche dann sorgfältig dosiert werden.

3. Anämie, Chlorose und andere essentielle Blutkrankheiten

Wir haben im vorigen Kapitel schon erwähnt, daß bei sekundärer Anämie infolge von Blutverlusten oder von akuten Infektionskrankheiten die Allgemeinbestrahlung mit ultravioletttem Licht von heilsamem Einfluß ist. Versuche von KESTNER, F. LAQUER und anderen haben auch gezeigt, daß bei künstlich anämisch gemachten Tieren durch Belichtung die Regeneration der roten Blutkörperchen gefördert wird. Untersuchungen am Menschen, namentlich solche an gesunden Versuchspersonen, ergaben ja, wie wir vorhin schon erwähnten, vielfach negative Resultate. Die Beobachtung am Krankenbett bei sekundärer Anämie lassen es aber zweifellos erscheinen, daß in solchen Fällen die Regeneration der Blutelemente und die Vermehrung des Hämoglobingehaltes durch die Ultraviolettbestrahlung beschleunigt werden kann. Übrigens haben neuerdings Untersuchungen, die LESNÉ und DE GENNES bei der Anämie von Rachitiskranken anstellten, ebenfalls eine objektive Beeinflussung der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes durch die Ultraviolettbestrahlung ergeben.

Die Chlorose ist im letzten Jahrzehnt eine seltene Krankheit geworden; ihr Seltenerwerden fällt zeitlich mit dem Aufkommen der Ultraviolettlichttherapie zusammen, daher sind die Beobachtungen über deren Anwendung bei der Chlorose spärliche. Auf Grund eigener, allerdings auch nicht zahlreicher Erfahrungen möchte ich aber doch diese Behandlung bei chlorotischen jungen Mädchen als wirksam empfehlen. Die Technik ist die im vorigen Kapitel bei der Rekonvaleszenz geschilderte.

Die Behandlung der Chlorose mit Sonnenbädern wird von allen auf dem Gebiete der Heliotherapie erfahrenen Autoren empfohlen. VAN OORDT betont, daß auch unter Eisenbehandlung sich die Chlorotischen um so besser erholen, je mehr man sie während dieser Behandlung ganz oder teilweise der Sonne exponiert. Natürlich muß man sich sowohl bei der Sonnen- wie bei der Quarzlichtbehandlung der Chlorose hüten, das Lichterythem als Zeichen der Besserung der Blutzusammensetzung aufzufassen.

Während so bei der sekundären Anämie und auch bei der Chlorose die Lichtbehandlung sich als sehr wirksam erweist, versagt sie leider bei den schweren Störungen des hämatopoetischen Systems, bei der perniziösen Anämie und bei den verschiedenen Formen der Leukämie. Man kann zwar bei der perniziösen Anämie, besonders in nicht zu vorgeschrittenen Fällen, durch die Quarzlichtbestrahlung eine gewisse subjektive Besserung vermöge der auch hier nicht ganz versagenden roborierenden Wirkung erreichen; wirkliche Erfolge, die sich in objektiver Besserung des Blutbildes äußern, habe ich aber dabei nicht gesehen, und auch in der Literatur findet sich darüber keine zuverlässige Mitteilung. Dasselbe gilt von der Leukämie; hier ist offenbar der Reiz der Ultra-

violettrahlen, die ja an sich das weiße Blutbild qualitativ und quantitativ beeinflussen können, zu gering gegenüber den schweren Veränderungen, welche durch die Krankheit bedingt sind.

Erkrankungen der speziellen Organsysteme

1. Erkrankungen der Respirationsorgane

Die für die Lichtbehandlung in erster Linie in Betracht kommende Erkrankung der Respirationsorgane, die Lungentuberkulose, bleibt hier außer Betracht, weil sie an anderer Stelle Besprechung findet. Es sei aber noch einmal auf die prophylaktische Bedeutung hingewiesen, welche der Lichtbehandlung in Form der Quarzlampenbestrahlung bei der Nachbehandlung von akuten Erkrankungen der Lunge, vor allem der Pneumonie, sowohl der kruppösen wie der Bronchopneumonie nach Grippe, zur Verhütung der Tuberkulose zukommt. Dasselbe gilt für die Nachbehandlung der trockenen oder feuchten Pleuritis.

Abgesehen von ihrer prophylaktischen und allgemein roborierenden Wirkung ist aber auch die Lichtbehandlung zur Beseitigung von Residuen der Pneumonie von Wirksamkeit. Man kann dadurch die Resorption von postpneumonischen Infiltraten entschieden unterstützen, und zwar pflegen wir bei mehr diffusen Infiltraten oder persistierendem Katarrh, z. B. nach der Grippepneumonie, besonders bei Kindern, zu diesem Zwecke die Bestrahlung des Thorax mit der künstlichen Höhensonne anzuwenden, die zugleich auch die Rekonvaleszenz wirksam unterstützt. Handelt es sich dagegen um zirkumskripte, länger bestehende Infiltrate, so genügt meist die allgemeine Quarzlichtbestrahlung nicht und es erweist sich hier wirksamer zur Beförderung der Resorption die örtliche Bestrahlung mit Lichtwärmestrahlen. Man wendet zu diesem Zwecke am besten die Scheinwerferbestrahlung mit rotem Bogenlicht an. Ist dieselbe nicht verfügbar, so kann sie auch durch die Solluxlampe ersetzt werden, deren Licht man ebenfalls zweckmäßigerweise durch vorgesetzte rote Glasscheiben abdämpft, um die gerade den schwächlichen Rekonvaleszenten oft lästige starke Wärmewirkung zu vermeiden. Statt dieser Apparate wird man oft gezwungen sein, sich am Krankenbette mit der MININSchen Reflektorlampe zu begnügen, die allerdings weniger intensiv wirkt, aber doch noch recht brauchbar ist. Nur wende man auch hier die rote Lampe an, weil die Tiefenwirkung der langwelligen roten Strahlen eine intensivere ist, als die der blauen Strahlen. Die Bestrahlungszeit beträgt bei Verwendung jeder dieser Lampen jeweils fünfzehn bis zwanzig Minuten. Die Bestrahlung wird täglich vorgenommen; mit der weniger angreifenden MININSchen Lampe kann sie auch zweimal am Tage erfolgen. Die Wirkung zeigt sich subjektiv in einer raschen Linderung der Stiche und Schmerzen an der Erkrankungsstelle, objektiv in einer Erleichterung der Expektoration und in Verflüssigung und Lösung des Infiltrats, die ebenfalls bald einzutreten pflegt.

Sehr empfehlenswert ist auch die Lichtbehandlung in Form der Lichtwärmestrahlung bei der chronischen Bronchitis, bzw. bei hartnäckigen katarrhalischen Residuen einer akuten Bronchitis. Man kann damit durch Erleichterung der Expektoration und Linderung bzw. Beseitigung der katarrhalischen Erscheinungen meist recht rasche Erfolge erzielen. Die Erklärung dieser Wirkung ist nicht ganz einfach, denn es ist doch zweifelhaft, ob die langwelligen Strahlen die Schleimhaut der Bronchien, namentlich die tiefer gelegenen größeren

Äste, direkt erreichen. Wir müssen vielmehr annehmen, daß die durch die Lichtwärmestrahlen hervorgerufene Hyperämie der Thoraxwand und auch der Pleuren reflektorisch eine Gefäßerweiterung im ganzen Lungen- und Bronchialgebiet hervorruft, die ihrerseits die Abheilung des Katarrhs begünstigt. Zur Erreichung dieses Effektes ist jede Lichtquelle, die genügend Lichtwärmestrahlen aussendet, benutzbar. Man bestrahlt entweder mit dem Bogenlichtscheinwerfer (rotes oder weißes Licht) jeweils zehn bis fünfzehn Minuten lang die Vorder- und Rückseite des Thorax, oder man benutzt dazu das weiße Licht der Solluxlampe. Sehr zweckmäßig hat sich uns für diese Zwecke der von der Firma SANITAS (Berlin) konstruierte sogenannte Gelenklichtbestrahler erwiesen (Abb. 1), der eine gleichzeitige Bestrahlung der Vorder- und Rückseite des Thorax durch je eine gewöhnliche Kohlenfadenglühlampe erlaubt. Die Dauer der Sitzung beträgt hiebei etwa zwanzig Minuten.

Dieselbe Technik der Anwendung der Lichtwärmestrahlen möchten wir ferner auch zur Behandlung des Bronchialasthmas empfehlen, und zwar insbesondere bei denjenigen Formen, die mit katarrhalischen Erscheinungen verbunden sind. Nicht nur der Katarrh wird dadurch günstig beeinflusst, sondern auch auf den Verlauf der Krankheit selbst, auf die Häufigkeit und Intensität der Anfälle übt die Thoraxbestrahlung eine lindernde und selbst heilende Wirkung aus. Die Anwendung der elektrischen Glühlichtbäder zur Bekämpfung des Bronchialasthmas ist ja vor etwa zwanzig Jahren von STRÜMPELL zuerst empfohlen worden, und es hat sich diese Therapie mit Erfolg allgemein eingeführt. Tatsächlich erreicht man damit, und gerade wieder bei den mit Katarrh verbundenen Formen des Bronchialasthmas, sehr gute Resultate, deren Erklärung wohl auch in einer Herabsetzung der Erregbarkeit des Nervensystems der Thoraxorgane zu suchen ist.



Abb. 1. Gelenklichtbestrahler „Sanitas“

So glaubt auch STRASSER, daß es sich hier, zumindest bei den reflexneurotischen Fällen des Asthmas, um eine einfache antispasmodische Wirkung der Wärme handelt. STRÜMPELL, der das Hauptgewicht auf die diaphoretische Wirkung legt, vertritt die Ansicht, daß die Glühlichtbäder eine ähnliche Wirkung, wie auf die Schweißdrüsen, auch auf die Drüsen und Epithelien der Bronchialschleimhaut ausüben und daß dadurch die Ausstoßung des Sekrets gefördert wird.

Allerdings stellt das Glühlichtbad an das Herz gewisse Ansprüche, selbst wenn es nach der STRÜMPELLSchen Vorschrift nur etwa zehn bis fünfzehn Minuten lang appliziert wird, wobei die Erzielung eines erheblichen Schweißausbruches nicht unbedingt notwendig ist. Wegen dieser angreifenden Wirkung ist das Lichtbad bei Asthmakranken nur in beschränktem Maße anwendbar. Falls das Herz gesund ist, gibt man es zwei- bis dreimal wöchentlich. An den anderen Tagen kann dann, wie auch schon STRÜMPELL empfohlen hat, die

lokale Lichtbestrahlung des Thorax angewandt werden. Die letztere kommt ausschließlich in Frage bei schwächlichen Individuen mit nicht intaktem Herzen. Häufig pflegen wir auch so vorzugehen, daß wir uns zunächst auf tägliche lokale Thoraxbestrahlungen beschränken, und dann, wenn der Zustand sich genügend gebessert hat und es das Herz erlaubt, etwa alle zwei bis drei Tage ein Glühlichtbad einschieben. Es sei noch hinzugefügt, daß nach dem elektrischen Lichtbad zur Abkühlung ein einfaches lauwarmes Vollbad von etwa zehn Minuten Dauer gegeben wird.

Neben den Lichtwärmestrahlen werden nun auch neuerdings die Ultraviolettstrahlen in Form von Ganzbestrahlung bzw. Oberkörperbestrahlung mit der künstlichen Höhensonne beim Bronchialasthma angewandt. Es sind damit von verschiedenen Autoren gute Erfolge erzielt worden und wir selber haben neben Versagern doch zuweilen auch Günstiges von dieser Behandlung gesehen. Man erklärt die Wirkung der Ultraviolettstrahlen beim Bronchialasthma durch die Beeinflussung des Sympathicus (H. BACH) bzw. des Kalkstoffwechsels (HOLLÄNDER und CUTTLE); bekanntlich wird ja auch innerlich Kalk bei diesem Leiden angewandt. Die Ungleichheit der Erfolge hängt wohl mit der verschiedenen Ätiologie des Bronchialasthmas zusammen, und dadurch ist es wohl zu erklären, daß gerade beim Bronchialasthma im Kindesalter verhältnismäßig am häufigsten sich die Höhensonnenbestrahlung erfolgreich erweist. Namentlich ist dies der Fall, wenn das Asthma Teilerscheinung einer allgemeinen exsudativen Diathese bildet.

Auf den Einfluß der Ultraviolettstrahlen auf innersekretorische Vorgänge, und speziell auf den Kalkstoffwechsel, ist wohl auch die Heilwirkung dieser Strahlen bei Heuasthma und beim Heuschnupfen zurückzuführen, die von einer Reihe von Beobachtern konstatiert worden ist (HEERMANN, BACH, HOLLÄNDER u. CUTTLE, CEMACH u. a.). Einzelne Autoren, namentlich französische und englische, wenden dabei örtliche Bestrahlung der Nasenschleimhaut mit Ultraviolettlicht an (mittels eines Spekulum fünf bis zehn Minuten lang). Bei uns zieht man mehr die Allgemeinbestrahlung vor, die ich auf Grund eigener Erfahrung ebenfalls empfehlen möchte. Man wendet eine derartige Bestrahlungskur, bei der oft acht bis zehn Sitzungen genügen, am besten im Frühling, etwa im Mai, an, bevor in der Vegetation die Bedingungen zur Erzeugung des Heuasthmas gegeben sind, und man kann damit prophylaktisch wirken, indem die disponierten Personen dann für den ganzen Sommer gegen die Anfälle geschützt sind. Auch nach Ausbruch eines Anfalles kann die Bestrahlung zur Linderung der Beschwerden versucht werden.

Daß bei der Behandlung und vor allem bei der Nachbehandlung der Pleuritis exsudativa und auch der Pleuritis sicca der Ultraviolettlichtbestrahlung eine prophylaktische Wirkung zur Verhütung des Ausbruches einer aktiven Tuberkulose zukommt, wurde schon erwähnt. Man wird deshalb bei Patienten, die eine Pleuritis überstanden haben, bei schlechtem Allgemeinbefinden, verzögerter Erholung und eventuellen leichten abendlichen Temperatursteigerungen zweckmäßigerweise zur allgemeinen Kräftigung die künstliche Höhensonne (Bestrahlung des Oberkörpers jeden zweiten Tag, in ganz afebrilen Fällen eventuell auch öfters) anwenden. Was die Beeinflussung eventueller Exsudatreste, besonders flüssiger, durch diese Behandlung betrifft, so wird bei vorhandener Tendenz zur Resorption und nicht zu großer Ausdehnung des Exsudats die durch die Bestrahlung bewirkte allgemeine Kräftigung auch die Resorption des Exsudats häufig mit sich bringen können. Sind die Exsudatreste hingegen erheblicher und ist die Resorption verzögert, so genügt die Ultra-

violettbestrahlung allein nicht, sondern es ist zur Beförderung der Resorption dann notwendig, die Lichtwärmestrahlen anzuwenden. Man kann damit schon frühzeitig beim bettlägerigen Kranken beginnen, wobei man sich der roten MININSchen Glühlampe bedient. Von größerer Wirksamkeit sind hier allerdings stärkere Lichtquellen für die Lichtwärmestrahlen, vor allem das rote Bogenlicht und dann auch die Solluxlampe mit weißem oder rotem Licht. Man wende diese Bestrahlungsformen an, sobald der Patient das Bett verlassen kann bzw. transportierbar ist. Die Technik ist die vorhin bei der Behandlung von postpneumonischen Infiltraten geschilderte. Man nimmt die Bestrahlung in der Regel täglich vor, achte aber dabei auf das Allgemeinbefinden, da die intensive Wärme immerhin auch bei örtlicher Applikation etwas ermüdend wirkt. Die Erfolge der Bestrahlung sind bei solchen flüssigen Exsudatresten fast immer sehr gute. Man kann täglich den Rückgang des Ergusses verfolgen und nur bei sehr ausgedehnten Exsudaten, bei denen von vornherein eine nochmalige Punktion in Frage gekommen wäre, versagt zuweilen die Methode. Ist auf diese Weise das Exsudat ganz oder zum größten Teil resorbiert, dann können noch einige Höhensonnenbestrahlungen zur allgemeinen Roborierung angeschlossen werden. Ebenso kann man eventuell bei nicht zu großen Exsudaten zu demselben Zwecke abwechselnd einen Tag mit Rotlicht und den anderen Tag mit der Höhensonne bestrahlen, wodurch die Kur dann weniger angreifend gestaltet wird.

Daß die Bogenlichtbestrahlung die resorptive Tätigkeit der Pleura befördert, wurde auch im Tierexperiment bei künstlich erzeugten Pleuraexsudaten durch BITTORF und STEINER sowie durch L. KUTNER und Verfasser nachgewiesen. Durch vergleichende Untersuchungen am Menschen konnten wir auch zeigen, daß das rote Bogenlicht zur Resorptionsbeförderung dem blauen Lichte überlegen ist.

Bei der Pleuritis sicca wirkt die örtliche Rotlichtbestrahlung, am besten wieder mit rotem Bogenlicht, vor allen Dingen schmerzstillend; manchmal, aber lange nicht so regelmäßig wie bei der serösen Form der Pleuritis, wird auch eine objektive Rückbildung der Adhäsionen dadurch bewirkt. Jedenfalls aber geht diese Rückbildung bei der trockenen Form der Pleuritis langsamer vor sich, als bei serösen Exsudaten. Bei hartnäckigen Adhäsionen wirkt die Diathermiebehandlung entschieden besser schmerzstillend und resorptionsbefördernd. Selbstverständlich kann man auch hier in geeigneten Fällen mit der örtlichen Anwendung der Wärme die allgemeine Höhensonnenbestrahlung kombinieren.

2. Erkrankungen des Zirkulationssystems

Daß den Ultraviolettstrahlen eine blutdruckherabsetzende Wirkung zukommt, ist von einer Reihe von Beobachtern konstatiert worden (B. GÜNTHER, BACH, ALICE MEYER, GROBER, KIMMERLE u. a. m.). Die Druckherabsetzung ist aber im allgemeinen keine sehr erhebliche; sie beträgt nach den Befunden von GÜNTHER durchschnittlich etwa 10 mm Hg., und auch von den meisten anderen Autoren sind keine größeren Werte gefunden worden. Auch ist diese Wirkung meist keine sehr anhaltende; nach GÜNTHERS Beobachtung dauert sie nicht länger als 30 Minuten nach der einzelnen Bestrahlung an. Intensiver druckherabsetzend als die Ultraviolettstrahlen wirken nach KIMMERLE die Strahlen einer 40 Ampère starken Bogenlampe. Lang dauernde Blutdruckherabsetzungen haben ferner HASSELBALCH und JACOBÄUS nach Anwendung von Allgemeinbestrahlung mit starken FINSSEN-Bogenlampen gesehen,

wobei es zu einer allgemeinen intensiven Hauthyperämie kam. Die letztgenannten Autoren führen diese Druckherabsetzung auf die periphere Gefäßerweiterung, die mit der Hauthyperämie einhergeht, zurück. Bei Verwendung der schwächeren Bogenlampen und der Quarzlampe erfolgt aber eine gewisse Druckherabsetzung auch ohne deutliches Hauterythem, so daß zur Erklärung der Wirkung eine Erweiterung der Hautgefäße kaum in Frage kommt. KIMMERLE sowie KESTNER und PEEMÖLLER sind geneigt, die Druckherabsetzung bei der Bestrahlung lediglich auf die Inhalation der Verbrennungsgase der Lampen bzw. der durch das Licht ionisierten Luft zurückzuführen, wobei als das wirksame Agens das bei diesen Vorgängen entstehende Stickoxydul (N_2O) angenommen wird. Wenn man nämlich die Verbrennungsgase, bzw. die ionisierte Luft absaugt und so die Inhalation verhindert, so bleibt auch die blutdrucksenkende Wirkung der Bestrahlung aus, und umgekehrt wirken die abgesaugten Gase auch für sich allein, ohne gleichzeitige Bestrahlung, bei Inhalation druckherabsetzend.

So wenig sich gegen diese Versuche an sich etwas einwenden läßt, so dürfte anderseits doch nicht in allen Fällen die hypertonsche Wirkung der Ultraviolettstrahlen auf die Inhalation allein zu beziehen sein. Denn einerseits spielt bei Bestrahlungen, die ein stärkeres Hauterythem bedingen, wie z. B. in den Fällen von HASSELBALCH und JACOBÄUS, zweifellos die Hyperämie der Hautgefäße eine Rolle bei der Druckherabsetzung; anderseits ist zu bedenken, daß die durch die Ultraviolettbestrahlung bedingte Sympathikushypotonie außer einer Erhöhung des Blutkalkspiegels doch auch eine Blutdrucksenkung bedingt (ST. ROTHMAN). Versuche, die wir selbst in der PICARDSchen Bestrahlungskammer angestellt haben, in der also zugleich mit der Bestrahlung eine intensive Inhalation der ionisierten Luft erfolgt, haben auch gezeigt, daß im Vergleich mit der sonstigen Quarzlichtbestrahlung die in der Kammer zustande kommende Druckherabsetzung keine erheblich größere ist.

Die PICARDSche Bestrahlungskammer besteht aus einem Raume von elliptischer Form, der 3 m lang, 2 m tief und 2,20 m hoch ist, also den gleichzeitigen Aufenthalt mehrerer Personen gestattet. Die Kammer ist an der Innenwand sowie am Fußboden mit hochglanzpoliertem Aluminium ausgekleidet (das Aluminium hat die Eigenschaft, hochgradig zu reflektieren und nur wenig Strahlen zu absorbieren). Die beiden Lichtquellen der Kammer sind in der Nähe der beiden Längsenden derartig angebracht, daß sie sich ungefähr im Brennpunkt des durch die Kammerwand gebildeten Hohlspiegels befinden. Die Kammer wird durch eine seitlich angebrachte Tür, die mit einem Beobachtungsfenster versehen ist, betreten; an der Decke befindet sich eine mit einem Saugventilator versehene Ventilationsöffnung; frische Luft wird von unten her durch mehrere kleinere Öffnungen zugeführt. Als Lichtquelle wurden ursprünglich Uviollampen benutzt; weit wirksamer zum Zwecke der Ionisierung sind aber nach neueren Untersuchungen PICARDS Quecksilberquarzlampen, die allerdings den Nachteil einer viel stärkeren Ozonentwicklung haben. Deshalb muß sich die Dauer des Aufenthaltes in der Kammer bei Verwendung von Quarzlampen auf höchstens 15 Minuten beschränken, während sie bei Benützung der Uviollampen bis zu einer Stunde ohne Schaden ausgedehnt werden kann. Der Zweck der „Intensiv-Bestrahlungs-Kammer“ ist ein doppelter: einmal durch möglichst ausgiebige Ausnutzung des von den Lampen ausgehenden und von allen Seiten der Kammer reflektierten Lichtes die Strahlungswirkung möglichst intensiv zu gestalten; zweitens zugleich die Wirkung der Inhalation der durch die U.-V.-Strahlen ionisierten Luft in einer bei der sonstigen Bestrahlungstechnik nicht ausführbaren Weise zu erhöhen.

Entsprechend den obigen Ausführungen beschränkt sich die Quarzlichtbehandlung bei Zirkulationsstörungen im wesentlichen auf solche Fälle, die mit Blutdruckerhöhung einhergehen, also arteriosklerotische Störungen mit oder

ohne Beteiligung des Herzens, essentielle Hypertonie, und auch renale Hypertonie. Von BACH sowie von LAMPÉ und STRASSNER sind hier gute Erfolge erzielt worden, ebenso von HASSELBALCH und JACOBÄUS sowie von KIMMERLE und PEEMÖLLER mit der Bogenlichtbestrahlung. LAMPÉ und STRASSNER kombinierten dabei die Quarzlichtbestrahlung mit Einreibungen einer Jothionsalbe. Im ganzen halten sich aber die so erreichten Blutdrucksenkungen in mäßigen Grenzen, was wir auch aus eigener Erfahrung bestätigen können. Subjektiv werden die Bestrahlungen von den Hypertonikern angenehm empfunden. Da nun bei vorsichtigem Vorgehen das Allgemeinbefinden, wenigstens bei Anwendung der Ultraviolettstrahlen, nicht gestört und insbesondere das Herz nicht angegriffen wird, so ist immerhin ein Versuch in den Fällen empfehlenswert, in denen eine Milderung der durch die Hypertension gebildeten Beschwerden, wie Kopfdruck, Schwindel, Oppression, angezeigt und die intensiver wirkende Arsonvalisation nicht anwendbar ist oder wo die ebenfalls hier in Betracht kommende Diathermie als zu angreifend kontraindiziert erscheint. Ganz besonders eignen sich dafür auch solche Kranke, bei denen die Hypertension mit ausgesprochener Herzaffektion kombiniert bzw. dadurch bedingt ist (arteriosklerotische Myokarderkrankung oder Aortitis, Aorteninsuffizienz usw.). Auch sonstige Symptome der Zirkulationsstörungen können, wie namentlich SCHÄCKER hervorhebt, günstig beeinflusst werden.

Auch die natürlichen Sonnenbäder sind von einzelnen Autoren zur Behandlung von Herzkrankheiten und Arteriosklerose empfohlen worden. Allerdings ist hier besondere Vorsicht geboten, weil die mit den Sonnenbädern verbundene Erwärmung von vielen Herzkranken schlecht vertragen wird; aus diesem Grunde sind alle Fälle mit gestörter Kompensation von vornherein auszuschließen. Nach Beobachtungen von ROLLIER und von DELACHAUX wirken Sonnenbäder bei sekundären Störungen der Herztätigkeit infolge von Anämie oder Tuberkulose günstig ein. Es werden dabei die Sonnenbäder in langsam ansteigender Dosierung, von örtlicher zu Allgemeinbestrahlung übergehend, appliziert.

Eine nicht unbeträchtliche Rolle kommt der Lichtbehandlung in der Therapie lokaler Zirkulationsstörungen zu. Bei peripheren Kreislaufstörungen infolge von Arteriosklerose oder von Diabetes hat sich uns die Anwendung der Lichtwärmestralen in Form der blauen Bogenlicht- oder Solluxbestrahlung (falls diese nicht anwendbar, auch mit der blauen MININSCHEN Lampe) zur Schmerzstillung und zur Verbesserung des örtlichen Blutkreislaufes recht gut bewährt. Es wird dabei der befallene Teil (Hand oder Fuß) fünfzehn bis zwanzig Minuten lang unter Vermeidung stärkerer Erhitzung — kein Überschreiten des eben gut wahrnehmbaren Wärmegrades! — täglich bestrahlt. Die Wirkung ist allerdings eine weniger intensive als die der hier in erster Linie in Betracht kommenden Diathermie. Dafür ist aber die Blaulichtbestrahlung auch in solchen Fällen anwendbar, in denen wegen hochgradiger Schmerzempfindlichkeit die Diathermie zunächst nicht vorgenommen werden kann, also gerade in den schweren Fällen mit bereits entwickelter Gangrän. Ist dann der Reizzustand geringer geworden, so gehe man später zur Diathermie über. In manchen Fällen, besonders bei fehlenden sensiblen Reizzuständen, kann man auch statt der Blaulichtbestrahlung die etwas energischer wirkenden örtlichen Glühlichtkastenbäder zur Zirkulationsverbesserung applizieren. Die Erzielung eines Schweißausbruches ist dabei aber nicht notwendig. Zur Vermeidung von Verbrennungen wähle man dafür aber nur solche Fälle aus, bei denen die Hautsensibilität intakt ist; sonst begnüge man sich mit der Blaulichtbestrahlung, die dann aber besonders sorgfältig dosiert werden muß.

Man gehe dabei nicht über eine (durch die Hand des Arztes kontrollierte) eben deutlich wahrnehmbare Wärme heraus.

Ebenso wie bei arteriosklerotischen und diabetischen Zirkulationsstörungen ist auch bei peripheren Angioneurosen, bei RAYNAUDScher Krankheit und ähnlichen Störungen die Blaulichtbestrahlung mindestens von guter palliativer Wirksamkeit, und ganz besonders möchten wir dieselbe zur Behandlung von Erfrierungen und von Pernionen empfehlen. Bekanntlich wird hiergegen neuerdings auch vielfach die lokale Quarzlichtbestrahlung verwandt; wir haben aber nicht den Eindruck, daß dieselbe hier der Anwendung der Lichtwärmestrahlen an Wirksamkeit gleichkommt.

3. Erkrankungen der Verdauungsorgane

Unter den Krankheiten der Abdominalorgane, die sich für die Behandlung mit Ultraviolettstrahlen eignen, nimmt die tuberkulöse Peritonitis den wichtigsten Platz ein. Bei kaum einer anderen Erscheinungsform der Tuberkulose läßt sich in so klarer und in die Augen springender Weise die objektive Beeinflussung des Leidens durch die Lichtbehandlung nachweisen, als hier. Wenn auch an sich die Peritonitis tuberculosa spontan ausheilen kann, so erweist sich doch gerade in solchen Fällen, in denen keine Neigung zur Selbstheilung vorhanden ist, die Lichtbehandlung als sehr wirksam. Eine Reihe von Beobachtern, wie STRAHLMANN, SELMA MAYER, G. BUDDE, Verfasser und LASSEUR-RITSCHER, haben dies bestätigen können.

Die therapeutische Wirksamkeit der Ultraviolettbestrahlung zeigt sich sowohl bei den serösen wie bei den trockenen Formen der tuberkulösen Peritonitis, doch sind die Erfolge bei den mit serösem Erguß einhergehenden Fällen entschieden günstigere, als bei den trockenen Exsudaten. In jedem Fall treten bei letzteren die Heilwirkungen langsamer ein und manchmal versagt die Methode hier auch gänzlich. Nicht geeignet sind für die Höhensonnenbestrahlung unserer Erfahrung nach fast immer diejenigen trockenen Formen der Peritonitis, die ihren Ausgangspunkt von einer Tuberkulose der weiblichen Adnexe nehmen. Es verhält sich ja überhaupt die Urogenitaltuberkulose sowohl bei Männern wie bei Frauen im allgemeinen recht refraktär gegenüber der Lichttherapie. Bei der weiblichen Genitaltuberkulose sehe man daher lieber, um Enttäuschungen zu vermeiden, von der Lichtbehandlung ab. (Von konservativen physikalischen Methoden kommt hier hingegen die Röntgenbestrahlung bekanntlich in Betracht.) Im ganzen betragen die Heilerfolge der Lichtbehandlung bei der Peritonitis tuberculosa etwa 50 bis 70%.

Man kann die Ultraviolettlichtbehandlung bei dieser Krankheit schon in einem frühen Stadium beginnen. Bestehendes Fieber bildet keine Kontraindikation; im Gegenteil beobachtet man meist mit Abnahme der örtlichen Erscheinungen unter der Behandlung auch ein Absinken der Fieberkurve. Nur ist hier, wie in allen Fällen von Temperatursteigerungen, Vorsicht geboten, und man bestrahle aus diesem Grunde, um reaktive Temperatursteigerungen nach den ersten Bestrahlungen abklingen zu lassen, anfangs nicht täglich, sondern drei bis höchstens viermal in der Woche und beobachte dabei sorgfältig die Temperaturkurve. Ist das Fieber abgeklungen, oder handelt es sich um von vornherein afebrile Fälle, so kann auch gleich täglich bestrahlt werden. Über die Zahl der erforderlichen Behandlungen läßt sich Allgemeingültiges nicht sagen; man bemesse die Kur aber auch in rasch sich bessernden Fällen nicht zu kurz, so daß man doch auf etwa fünfzehn bis zwanzig Bestrahlungen durch-

schnittlich kommen wird. Sind die objektiven Erscheinungen zurückgegangen, dann wird zur allgemeinen Roborierung noch weiter bestrahlt, etwa dreimal wöchentlich, am Schlusse der Kur eventuell auch seltener.

Die Technik der Bestrahlung besteht, da, im Anfange jedenfalls, eine Bauchlage nicht in Betracht kommt, in Ganzbestrahlung des Vorderkörpers in der Rückenlage mit der künstlichen Höhensonne, wobei in der üblichen Weise dosiert wird. (Vgl. S. 242). Auf länger als 20 Minuten Dauer braucht auch in den späteren Sitzungen nach Verkürzung der Distanz auf 50 cm in der Regel nicht heraufgegangen zu werden. In der Rekoneszenz kann man dann zu der Bestrahlung des Vorderkörpers auch eine solche der Rückseite hinzufügen.

Besteht im Anfang ein großer Aszites mit trommelförmiger Auftreibung des Leibes, so kann es notwendig sein, vor Beginn der Bestrahlungskur zunächst einmal eine Punktion auszuführen. Doch beschränkt sich diese Notwendigkeit auf relativ seltene Fälle mit hochgradiger, die Zwerchfellfunktion behindernder Flüssigkeitsansammlung.

An Stelle der Ganzbestrahlung haben neuerdings G. LIEBERMEISTER und SCHOOP bei der tuberkulösen Peritonitis mit gutem, teilweise überraschendem Erfolge eine sogenannte örtlich beschränkte Reizbestrahlung angewandt. Es wird zu diesem Zwecke eine etwa 10 cm im Geviert messende Bauchhautstelle mit der künstlichen Höhensonne einmalig bis zum Auftreten eines entzündlichen Ödems bestrahlt. Nach einer derartigen Bestrahlung sahen die genannten Autoren öfters eine rasch einsetzende Resorption des Flüssigkeitsergusses eintreten. Genügt die einmalige Bestrahlung nicht, so muß dieselbe nach Abklingen der örtlichen Reaktion eventuell ein- oder mehrmals wiederholt werden. Wie Untersuchungen des Blutbildes ergaben, wirkt eine solche lokale Reizbestrahlung auf das Leukozytenbild im Gesamtblute ganz ähnlich wie eine Allgemeinbestrahlung.

Was die übrigen Erkrankungen der Verdauungsorgane betrifft, so können Allgemeinbestrahlungen mit Quarzlicht oder auch natürliche Sonnenbäder bei Magen-Darmneurosen und anderen Funktionsstörungen der Verdauungsorgane durch ihre robrierende Wirkung auf die gesamten Körperfunktionen, ähnlich wie hydrotherapeutische Allgemeinprozeduren, günstig einwirken. Den letzteren kommt aber doch wohl, entsprechend der stärkeren Beeinflussung des Zirkulationsapparates und des Nervensystems durch die Einzelprozedur, eine größere Bedeutung bei diesen Zuständen zu als der Lichtbehandlung.

Eine recht erhebliche praktische Bedeutung hat aber die Lichtbehandlung, und zwar in Form der Applikation der Lichtwärmestrahlen, bei der Behandlung von Adhäsions- und Narbenbeschwerden, wie sie sich nach Laparatomen, aber auch nach chronisch entzündlichen Vorgängen, z. B. bei Pericholecystitis, Perityphlitis, dann auch nach Ulcus ventriculi so häufig finden. Wenn auch in hartnäckigen chronischen Fällen dieser Art die Diathermiebehandlung das wirksamere Mittel, und zwar auch in objektiver Hinsicht, ist, so kommt es doch oft vor, daß, namentlich im Beginne der Behandlung, wegen großer Reizbarkeit die Diathermie zunächst nicht vertragen wird oder auch wegen leichter Temperatursteigerungen gar nicht indiziert ist. Solche Kontraindikationen bestehen nun für die örtliche Anwendung der Lichtwärmestrahlen nicht; dieselben werden vielmehr auch in den genannten Fällen fast immer gut vertragen. Man wendet hier bei erheblicher örtlicher oder allgemeiner Reizbarkeit zunächst das blaue Licht der Bogen- oder Solluxlampe an, sonst von vornherein das energischer wirkende rote Bogenlicht, bzw. weiße Solluxlampenlicht. (Dauer der Bestrahlung fünfzehn bis zwanzig Minuten). Geht man dann später zur Diathermiebehandlung über, die aber nicht öfter als

dreimal wöchentlich vorgenommen wird, so empfiehlt es sich, an den anderen Tagen mit der Bestrahlung in der genannten Weise fortzufahren.

Im übrigen läßt sich die palliative, schmerzstillende und antispasmodische Wirkung der Lichtwärmestrahlen auch bei allen sonstigen Erkrankungen der Abdominalorgane häufig erfolgreich verwenden, bei denen örtliche Wärmeapplikation indiziert ist.

4. Erkrankungen der Nieren

Die Gefäße der Haut und diejenigen der Nieren zeigen bezüglich ihrer Reaktion auf thermische und sonstige äußere Einwirkungen eine weitgehende Ähnlichkeit. Zahlreiche Untersuchungen zeigten, daß die Nierengefäße dabei in gleichem Sinne (konsensuell) mit den Hautgefäßen reagieren. Vom theoretischen Standpunkt aus müßte also das Licht, das in den Gefäßen und Kapillaren der Haut immerhin erhebliche Veränderungen hervorruft, auch auf die Nierenfunktion einen weitgehenden therapeutischen Einfluß ausüben.

Nach den bisherigen praktischen Erfahrungen an Nephritiskranken ist das bisher nur sichergestellt für die Anwendung von Sonnenbädern. Es ist ja bekannt, daß im warmen Klima, insbesondere im Wüstenklima, sich Nierenkranke besser befinden, wenn auch bezüglich der Beeinflussung der Ausscheidungsfunktionen der Nieren durch das Wüstenklima die Meinungen nicht einheitlich sind und die von A. Löwy und seinen Mitarbeitern in Ägypten darüber angestellten Untersuchungen wenig Positives ergaben. Für uns ist hier die Frage von Interesse, wie weit das Sonnenlicht als solches an der therapeutischen Wirkung des warmen Klimas bei Nierenkranken beteiligt ist. Darüber liegen bis jetzt nur wenig exakte Berichte vor. Sehr lobend spricht sich OTTO STRAUSS über die Erfolge der Sonnenbäderbehandlung bei der chronischen Nephritis aus. Er fand hier vor allem eine Verminderung des hohen Blutdruckes, dann aber auch ein Absinken der Eiweißausscheidung und Verschwinden der Zylinder im Harnsediment. Allerdings traten die Erfolge nur in denjenigen Fällen ein, bei denen eine Pigmentbildung erfolgte. blieb die letztere aus, so war die Behandlung nutzlos. Bemerkenswert ist, daß sich im Anfange der Kur meist Reaktionen in Form von Temperatursteigerungen und großer Abgeschlagenheit zeigten; diese Fälle sind aber nur dann von der Weiterbehandlung auszuschließen, wenn zugleich die Eiweiß- und Zylinderausscheidung sich vermehrt. Es handelt sich dann meistens um solche Kranke, bei denen auch die Pigmentbildung ausbleibt.

Daß nach der Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne ebenfalls eine Blutdrucksenkung sich bei Nephritiskranken beobachten läßt, ist von verschiedenen Autoren berichtet worden. Wir haben selbst auch bei Schrumpfnieren nach Anwendung der Bestrahlung in der PICARDSchen Kammer solche, wenn auch vorübergehende, Druckverminderungen, verbunden mit Erleichterungen der durch die Hypertension verursachten Beschwerden, gesehen. Aber über die Besserung der Nierenentzündung selbst durch die Quarzlichtbestrahlung liegen bisher nur wenige Mitteilungen vor. EBEL berichtet allerdings über drei Fälle von Kriegsnephritis, bei denen er eine auffallende und rasch eintretende objektive Besserung nach Anwendung von Allgemeinbestrahlung mit der künstlichen Höhensonne beobachtet hat. Ebenso sah MENZER von der Quarzlichtbestrahlung von Nierenkranken (Kriegsnephritis) im Stadium der Rekonvaleszenz gute Erfolge. Doch sind ja bekanntermaßen die im Felde aufgetretenen Nephritiden im allgemeinen günstig und verhältnismäßig rasch verlaufen und es lassen sich daher die genannten Erfahrungen nicht ohne weiteres

auf die Friedenspraxis übertragen. Umgekehrt hält A. MENZER die Quarzsonnenbestrahlung bei Nierenkranken, die zu Ödem neigen oder sonstige Zeichen von schweren Störungen der Nierenfunktion aufweisen, für kontraindiziert, da sie zur Nierenreizung führt. Bei einem Nierengesunden sah J. FABER nach einmaliger Quarzlichtbestrahlung, die zu starker Hautverbrennung führte, vorübergehende Albuminurie auftreten. DOTZEL konnte an einem größeren Material nur selten derartiges beobachten; er hält es für wahrscheinlich, daß die zuweilen vorfindbare Albuminurie lediglich als lordotische infolge der ungewohnten Lagerung bei der Bestrahlung in Bauchlage aufzufassen ist. Immerhin mahnen die obigen Mitteilungen zur Vorsicht bei der Quarzlichtbehandlung von Nierenkranken.

Bei der Nierentuberkulose haben wir nur selten eine nennenswerte objektive Besserung nach Anwendung der Höhensonnenbestrahlung beobachten können. Es verhält sich überhaupt die Urogenitaltuberkulose, wie wir schon im vorigen Kapitel erwähnten, im Gegensatze zu der sonstigen chirurgischen Tuberkulose recht refraktär gegen die Lichttherapie, wenigstens soweit künstliche Lichtquellen in Frage kommen.

5. Erkrankungen der Muskeln und Gelenke

Bei dem Muskelrheumatismus, oder richtiger gesagt, den Myalgien, wirkt die Anwendung der Lichtwärmestrahlen ganz ähnlich günstig ein wie sonstige hiebei gebräuchliche örtliche oder allgemeine Wärmeapplikationen. So wird man durch Bestrahlungen mit Bogenlicht (am besten von roter Farbe), dem Lichte der Solluxlampe oder sonstiger Glühlampen hier häufig gute Resultate erzielen können. Die Lichtwärmebestrahlung stellt beim Muskelrheumatismus ein einfaches und bequemes Heilmittel dar, dessen besonderer Wert auch darin beruht, daß sie in Form der lokalen Bestrahlung auch bei schwächlichen oder herzkranken Individuen anwendbar ist, bei denen allgemeine Wärmeapplikationen ihrer angreifenden Wirkung wegen nicht in Betracht kommen. Aus diesem Grunde möchten wir z. B. solche Bestrahlungen bei den Myalgien anämischer Individuen oder auch bei Tuberkulösen besonders empfehlen.

Neben der Lichtwärmebestrahlung wird nun auch die reine Ultraviolettlichtbestrahlung von vielen Ärzten bei Myalgien angewandt. Man muß die unbestreitbaren Erfolge, die damit oft erzielt werden, wohl mit einer ableitenden Wirkung auf die Haut erklären. Und tatsächlich wird wohl nur dann ein Resultat mit den „kalten“ Strahlen der Quarzlampe erreicht werden, wenn man dieselben bis zum Eintreten einer deutlichen Erythembildung anwendet. In diesem Sinne empfiehlt denn auch H. BACH eine intensive Bestrahlung mit Quarzlicht, die oft schon nach einer einzigen Sitzung in akuten Fällen zum Erfolg führt. Bei mehr chronischen Erkrankungen muß die Bestrahlung nach Abheilung des Erythems wiederholt werden.

Nicht durch eine rein ableitende Wirkung erklärbar sind dagegen die Erfolge, die bei Gelenkschmerzen auf Grund von akuter oder subakuter entzündlicher Gelenkerkrankung sowie, insbesondere von REH, bei hartnäckigen Schmerzen infolge von Verletzungen der Gelenkteile (Kontusionen, Ergüsse, Luxationen, Zerrungen usw.) mit der Quarzlichtbestrahlung erzielt worden sind. REH selber gibt an, daß er eine Erklärung für diese Wirkung, die oft in kurzer Zeit eintrat, nicht geben könne. Wir selber haben einige Male bei akuten, sehr schmerzhaften Arthritiden gonorrhoeischen Ursprungs eine deutliche schmerzlindernde Wirkung nach der Höhensonnenbestrahlung gesehen, die

appliziert wurde. Regelmäßig sind aber solche Erfolge keineswegs. Sie sind vielleicht auf die antiinfektiöse Wirkung der Quarzlichtbestrahlung zurückzuführen, mit der REH auch die Erfolge der Quarzlichtbestrahlung bei Neuralgien, auf die wir noch zurückkommen werden, erklärt.

Auch beim chronischen Gelenkrheumatismus und bei der Arthritis deformans wird in der Praxis oft die allgemeine oder örtliche Höhensonnenbestrahlung angewandt. Man kann damit vielleicht gewisse schmerzlindernde Wirkungen erzielen und vor allem auch auf das Allgemeinbefinden günstig einwirken; eine wesentliche Rolle kommt aber der Quarzlichtbehandlung in der Therapie der chronischen Gelenkerkrankungen nicht zu¹.

6. Erkrankungen des Nervensystems

Bei Erkrankungen des Zentralnervensystems beschränkt sich die Wirkung der Allgemeinbestrahlung mit Ultraviolettstrahlen auf eine allgemeine Roborierung und auf den suggestiven Einfluß, welcher diesem so populären Zweige der Therapie auch hier zukommt. Aus beiden Gründen wird man z. B. öfter bei der Tabes dorsalis von der allgemeinen Quarzlichtbestrahlung Gebrauch machen. Wir haben dabei manchmal auch Linderung der lanzinierenden Schmerzen gesehen, lassen es aber dahingestellt, inwieweit dieser Erfolg auf die allgemeine Roborierung, die Suggestion oder eine gewisse, nicht erklärbare, bei peripheren Neuralgien aber unzweifelhaft manchmal vorhandene antineuralgische Wirkung der Quarzlampenbestrahlung zu beziehen ist. Die von K. WAGNER berichteten Erfolge der Höhensonnenbestrahlung bei der Epilepsie stehen vereinzelt da.

Mehr geeignet, als die Erkrankungen des Zentralnervensystems sind für die Lichtbehandlung die Erkrankungen der peripheren Nerven, insbesondere die Neuralgien. Mit der Quarzlampenbestrahlung (KROMAYER-Lampe) hat S. BRUSTEIN zuerst bei Neuralgien hartnäckiger Natur sehr gute und rasche Erfolge erzielt. Die Bestrahlungen wurden in 5 bis 7 cm Entfernung zunächst 1 bis 2 Minuten lang, nach Abklingen der Reaktion eventuell bis zu 4 bis 5 Minuten Dauer ausgeführt. Es wurden im ganzen 53 Fälle behandelt, davon mehr als die Hälfte Ischias, ferner Trigeminus-, Okzipital-, Brachial- und Interkostalneuralgien, sowie einige Fälle von Arthralgien und Lumbago. In 35 Fällen wurde Heilung, in fünfzehn Besserung erreicht, nur dreimal blieb die Behandlung ohne Einfluß. Auch BRUSTEIN vermag eine befriedigende Erklärung für diese Wirkung nicht zu geben; mit einer Ableitung sind die Erfolge jedenfalls nicht zu erklären, da bei vielen Patienten vor der Quarzlichtbehandlung andere hautableitende Mittel (Pflaster, Einreibungen u. dgl.) vergeblich angewandt worden waren. REH, der später gleiche Erfolge mit der künstlichen Höhensonnenbestrahlung bei akuten Neuralgien erzielte, nimmt an, daß es sich hier um eine antiinfektiöse Wirkung handle, da zu vermuten ist, daß viele derartige Neuralgien auf infektiöser Basis (Grippe?) beruhen. Die Bestrahlung wurde in den REHschen Fällen in 70 cm Distanz von drei auf zehn Minuten Dauer ansteigend ausgeführt. Auch von französischen Autoren wird neuerdings die Wirkung der Ultraviolettbestrahlung bei hartnäckigen Neuralgien sehr gerühmt; speziell beim Herpes zoster haben davon TRAIKIN und BURILL örtlich auf das Gelenk in 60 bis 70 cm Abstand fünf bis zehn Minuten lang

¹ Die Lichtbehandlung der tuberkulösen Gelenkserkrankungen findet in dem Abschnitte SCHÖNBAUER „Die künstliche Höhensonne als therapeutischer Behelf in der Chirurgie“, S. 225 dieses Handbuches, Besprechung.

gute Erfolge gesehen. Jedenfalls verdient auf Grund dieser Berichte in hartnäckigen Fällen von Neuralgie die Ultraviolettbestrahlung versucht zu werden, wenn deren Heilwirkung hier nach unseren Erfahrungen auch keineswegs regelmäßig eintritt.

Eine entschieden schmerzlindernde Wirkung kommt in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle weiterhin der Anwendung der Lichtwärmestrahlen bei Neuralgien zu. Man kann dieses einfache Mittel hiefür nicht warm genug empfehlen, besonders da es auch im akuten Stadium, wenn andere Wärmemaßnahmen wegen des Reizzustandes noch nicht vertragen werden, anwendbar ist. Bei Neuralgien oberflächlich gelegener Nerven, wie des Trigemini, des Okzipitalis, den Interkostal- und Brachialneuralgien, bedient man sich am besten des blauen Lichtes der Minin-, Sollux- oder Bogenlampe, das man während etwa fünfzehn bis zwanzig Minuten auf das Ausbreitungsgebiet des Nerven einwirken läßt, wobei zunächst ein eben wahrnehmbarer Wärmegrad innegehalten wird. Nur bei der Ischias sowie bei Lumbalneuralgie halten wir die Blaulichtbestrahlung ihrer geringen Tiefenwirkung wegen für nicht ausreichend und ziehen, zumindest für die Bestrahlung am Gesäß und am Oberschenkel, die rote Lichtfarbe vor. Sie wird labil an den hauptsächlichsten Schmerzpunkten täglich während 20 bis 30 Minuten angewandt. Nur bei hochgradiger Reizbarkeit verwendet man im Anfang auch hier statt des roten Lichtes das milder wirkende blaue. Die Bedeutung dieser Therapie liegt gerade bei der Ischias darin, daß sie auch da anwendbar ist, wo wegen schlechten Allgemeinbefindens, Herzkomplication, Erkältungsgefahr od. dgl. eine Behandlung mit Bädern oder allgemeinen Schwitzprozeduren nicht in Betracht kommt. Wir wollen nicht behaupten, daß nun bei der Ischias und anderen Neuralgien die Lichtwärmebestrahlung allein immer zum Ziele führt; aber sie spielt jedenfalls in der Therapie der Neuralgien als relativ einfaches und sowohl in frischen wie in älteren Stadien anwendbares Hilfsmittel, das fast immer gut vertragen wird, eine wichtige und sehr beachtenswerte Rolle.

Im Gegensatz dazu erfordert die Anwendung der Lichtbehandlung bei den funktionellen Neurosen eine sehr sorgfältige Indikationsstellung. Daß Sonnenbäder von erregbaren Neurasthenikern schlecht vertragen werden und häufig den Erregungszustand noch steigern, ist bekannt und zum Teil sicher auf den Wärmefaktor bei der Besonnung zurückzuführen; denn solche Individuen sind häufig ja auch gegen sonstige allgemeine Wärmeprozeduren sehr empfindlich. Aber auch die Allgemeinbestrahlung mit der künstlichen Höhensonne wird von vielen Neurastheniekranken, die deutliche Zeichen von Übererregbarkeit aufweisen, als erregbarkeitssteigernd unangenehm empfunden. Es ist daher nicht angängig, bei jedem Neurastheniker, bei dem eine allgemeine Roborierung wünschenswert erscheint, zu diesem Zwecke Höhensonnenbestrahlung zu verordnen. Man muß sich vielmehr mit der Verordnung der Quarzlichtbestrahlung auf solche Fälle von nervösen Erschöpfungszuständen beschränken, bei denen vasomotorische Übererregbarkeit, erhebliche Reflexsteigerung, Tremor und andere Zeichen eines starken Reizzustandes des Nervensystems fehlen; also mit anderen Worten auf die sogenannte torpide Form der Neurasthenie, bei der dann häufig Anzeichen von Anämie und Unterernährung die Anwendung einer allgemeinen Quarzlichtbestrahlung wünschenswert erscheinen lassen.

Bei vielen Patienten, die unter der Diagnose „Neurasthenie“ gehen, liegen nun nach neueren Untersuchungen Störungen der inneren Sekretion dem Krankheitsbilde zugrunde. Angesichts der unzweifelhaften Einwirkung, welche die Quarzlichtbestrahlung auf innersekretorische Vorgänge ausübt, liegt es nun nahe, diese Therapie in derartigen Fällen als kausal wirkendes Agens anzuwenden;

tatsächlich wurden auch schon von verschiedenen Seiten günstige Resultate, beispielsweise bei sexuellen Funktionsstörungen (Impotenz, „Klimakterium virile“), bei klimakterischen Störungen der Frauen, bei Amenorrhöe u. dgl., gesehen. Das Gebiet ist aber noch nicht genau genug durchforscht, als daß schon bestimmte Indikationen der Ultraviolettbehandlung hierfür aufgestellt werden können. In diesem Zusammenhang sei aber auf die Resultate hingewiesen, die LANDECKER bei ovarieller Dysfunktion und dadurch bedingten Störungen mit der vaginalen Bestrahlung mittels der „Ultrasonne“ erzielt hat.

Was speziell die BASEDOWsche Krankheit betrifft, so hat hier mit natürlichen Sonnenbädern im Hochgebirge O. BERNHARD gute Erfolge gesehen, die sich in erheblicher Verkleinerung der örtlich bestrahlten Struma unter gleichzeitiger Besserung der übrigen Symptome äußerten. Doch läßt es BERNHARD selber dahingestellt, inwieweit dabei der Hochgebirgsaufenthalt mitwirkte, der ja bekanntlich an sich schon einen heilsamen Einfluß bei BASEDOW-Kranken ausübt. Mit der künstlichen Höhensonne hat LANGEMAK bei jugendlichen Kröpfen und auch sonst bei parenchymatöser Struma durch örtliche Bestrahlung (nach vorbereitender kürzerer Bestrahlung dreimal wöchentlich zehn Minuten lang bei 50 cm Abstand) gute Erfolge erzielt. Ebenso sah mit dieser Methode BACH bei BASEDOW-Kranken Erleichterung der Beschwerden, ohne aber eine Heilung des Leidens herbeiführen zu können.

7. Infektionskrankheiten

Die für die Lichtbehandlung bei weitem wichtigste Infektionskrankheit, die Tuberkulose, bleibt hier, weil an anderer Stelle besprochen, außer Betracht. Wir wollen uns daher auch versagen, auf die von THEDERING behauptete antipyretische Wirkung der Quarzlichtbehandlung näher einzugehen, weil die dieser Mitteilung zugrunde liegenden Beobachtungen vorzugsweise an tuberkulösen Individuen angestellt wurden, und die nach der Bestrahlung eingetretenen Temperaturherabsetzungen wohl mit der Beeinflussung des Grundleidens durch die Belichtung im Zusammenhang stehen dürften. Eine weitere Anwendung des Quarzlichtes als Antipyretikum bei Infektionskrankheiten ist unseres Wissens bisher nicht erfolgt.

Auch das Erysipel wird anderweitig im Abschnitt „Hautkrankheiten“ abgehandelt, ebenso die Behandlung der Pocken mit Rotlicht (von WÜRTZEN).

Beim Tetanus ist die Lichtbehandlung in Form der intensiven Quarzlichtbestrahlung des Infektionsherdes verschiedentlich mit Erfolg angewandt worden. JACOBSTHAL und TAMM gelang es sowohl im Tierexperiment in künstlich mit Tetanus infizierten Wunden wie auch in entsprechenden Erkrankungsherden beim Menschen bei einer Anzahl von Fällen die Tetanusbazillen (und auch eventuelle begleitende Ödembazillen) durch Ultraviolettbestrahlung vollständig zu entfernen (25 cm Distanz, 15 bis 45 Minuten Dauer unter Abdeckung der Umgebung). JESIONEK konnte in vier Tetanusfällen durch intensive örtliche Bestrahlung der Wunde von mindestens einstündiger Dauer Heilung erzielen; er führt den Erfolg auf die durch die serotaktische Wirkung des Lichterythems hervorgerufene Überschwemmung des Infektionsherdes mit immunisierender Gewebsflüssigkeit zurück. In Verbindung mit der Serotherapie, Magnesiumsulfatbehandlung und heißen Bädern empfiehlt SIEMON die Allgemeinbestrahlung mit der künstlichen Höhensonne beim Tetanus anzuwenden (50 cm Distanz, von fünf Minuten Dauer täglich bis zur halben Stunde ansteigend); unter diesem Verfahren ließ sich die Mortalität erheblich vermindern.

Schließlich sei erwähnt, daß bei der Malaria ebenso wie sonstige physikalische Mittel (Duschen, Schwitzbäder) auch natürliche Sonnenbestrahlung

(von HEINRICH) sowie Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne als Provokationsmittel empfohlen worden ist (REINHARD). Es wird zu diesem Zwecke täglich mit großen Dosen eine Allgemeinbestrahlung vorgenommen (in 60 cm Abstand und etwa fünf bis zehn Minuten Dauer beginnend und dann später bis zu einer Stunde bei gleicher Distanz ansteigend). In vielen Fällen treten dann nach den ersten Bestrahlungen Parasiten im Blute auf; ist das nach drei bis vier Bestrahlungen noch nicht erfolgt, so hat es keinen Zweck, mit der Bestrahlung weiter fortzufahren.

Literatur

ALLARD: Beziehung der Umgebungstemperatur zur Zuckerausscheidung. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol., Bd. 59, S. 111. 1908. — ANDERSEN, A.: Beitrag zur Diabetestherapie. Münch. med. Wochenschr. Nr. 50. 1923. — BACH, H.: Anleitung und Indikationen für Bestrahlungen mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne“. 12. bis 13. Aufl. Leipzig: Curt Kabitzsch. 1925. — DERSELBE: Heilung eines Falles von Diabetes insipidus durch Bestrahlung mit ultravioletem Quarzlampenlicht. Dtsch. med. Wochenschr. Nr. 43. 1911. — DERSELBE: Über Disposition und Behandlung der Gicht mit ultravioletem Licht. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap. Bd. 16, S. 527. 1912. — DERSELBE: Einwirkung des ultravioletten Quarzlampenlichtes auf den Blutdruck. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 9. 1911. — BUDDE, W.: Über die Behandlung mit künstlicher Höhensonne. Münch. med. Wochenschr., Nr. 41. 1918. — BERNHARD, O.: Heliotherapie im Hochgebirge. Stuttgart: F. Enke. 1912. — BITTORF und STEINER: Beeinflussung der Resorption von Pleuraergüssen. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol., Bd. 59, S. 379. 1908. — BRUSTEIN, S.: Die KROMAYERsche Quarzlampe als Antineuralgikum. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. 13, S. 557. 1910. — CEMACH: Heuschnupfensaison 1925. Monatschr. f. Ohrenheilk., Bd. 59, H. 8. 1925. — DELACHAUX, J.: Le traitement des maladies internes par la cure de soleil. Schweizer Rundsch., Nr. 25. 1913. — DOTZEL, E.: Albuminurie nach Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne. Münch. med. Wochenschr., Nr. 24. 1917. — EBEL, S.: Zur Erweiterung des Anwendungsgebietes ultravioletter Strahlen. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. 19, S. 370. 1915. — FABER, J.: Albuminurie nach Bestrahlung mit der künstlichen Höhensonne. Münch. med. Wochenschr., Nr. 15. 1917. — FRENKEL-TISSOT: Verhalten des Blutzuckers im Hochgebirge usw. Dtsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 133. 1920. — GÜNTHER, B.: Blutdruckkurve bei Höhensonnenbestrahlung. Med. Klin., Nr. 9. 1923. — GROBER, J.: Über den Einfluß von Muskelarbeit und Außentemperatur auf die alimentäre Glykosurie. Dtsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 95, 137. 1909. — DERSELBE: Behandlung der Blutdrucksteigerung mit physikalisch-therapeutischen Methoden. Med. Klin., Nr. 50. 1922. — HASSELBALCH und JACOBÄUS: Über die Behandlung von Angina pectoris mit starken Kohlenbogenlichtbädern. Berlin. klin. Wochenschr., Nr. 39. 1907. — v. HEINRICH: Mischinfektionen und Latenzerscheinungen der Malaria. Wien. klin. Wochenschr., Nr. 42. 1917. — HEERMANN: Zur Behandlung des Heuschnupfens. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 8. 1920. — HOLLÄNDER und CATTLE: Behandlung von Heufieber und Asthma mit Ultraviolettstrahlen. Journ. of radiol., Bd. 6, H. 2. 1925. — JACOBSTHAL, E. und F. TAMM: Abtötung der Tetanuskeime am Orte der Infektion durch ultraviolettes Licht. Münch. med. Wochenschr., Nr. 48, S. 2324. 1914. — JESIONEK: Lichtbehandlung des Tetanus. Münch. med. Wochenschr., Nr. 9. 1915. — KIMMERLE, A.: Einwirkung verschiedener Lichtarten auf den Blutdruck. Strahlentherapie, Bd. 13, S. 290. 1921. — KUTTNER, L. und A. LAQUEUR: Über die Behandlung pleuritischer Exsudate mit Rotlichtbestrahlung. Therap. Monatschr., H. 1. 1912. — KESTNER, O.: Der wirksame Anteil des Höhenklimas. Zeitschr. f. Biol., Bd. 73, S. 1. 1921. — KOHLER, R.: Über den Einfluß der Außentemperatur auf die Zuckerausscheidung. Dissertation. Berlin 1907. — LANDEKER, A.: Ultraviolette Schleimhautbestrahlung als Heilfaktor in der Gynäkologie. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie, Bd. 30, S. 15. 1925. — LANGEMAK: Über die Behandlung des

Kropfleidens mit Jod und Quecksilberquarzlicht-Bestrahlungen. Dtsch. Zeitschr. f. Chir., Bd. 177. 1923. — LAQUEUR, F.: Höhenklima und Blutneubildung. Dtsch. Arch. f. klin. Med., Bd. 110, S. 189. 1913. — LAQUEUR, A. und H. WIENER: Allgemeinwirkungen von Schleimhautbestrahlungen mit ultravioletter Licht. Med. Klin., Nr. 7. 1925. — DERSELBE und V. LASSER-RITSCHER: Behandlung der tuberkulösen Peritonitis mit der künstlichen Höhensonne. Med. Klin., Nr. 12. 1918. — LAMPÉ, E. und H. STRASSNER: Beeinflussung des Blutdruckes durch Jothion mit Quarzlampe. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. 17, S. 526. 1913. — LENKEI, W.: Weitere Untersuchungen über die Wirkung der Sonnenbäder auf einige Funktionen des Organismus. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. 9, S. 194. 1906. — LESNÉ und DE GENNES: Le traitement du rachitisme par les rayons ultraviolets. Journ. méd. franç., Bd. 14, S. 336. 1925. — LIEBERMEISTER, G.: Über örtlich beschränkte Reizbestrahlung mit der künstlichen Höhensonne. Fortschr. d. Therapie, Bd. 1, H. 6. 1925. — LOEWY, A.: Über den Stoffwechsel im Wüstenklima. Veröff. d. Zentralstelle f. Balneologie. Bd. 3, H. 1. 1916. — LÜTHJE: Einfluß der Umgebungstemperatur auf die Höhe der Zuckerausscheidung. Dtsch. med. Wochenschr., S. 694. 1905. — MARCUSE, J.: Luft- und Sonnenbäder. Phys. Therap. in Einzeldarstellungen. H. 3. Stuttgart: F. Enke. 1907. — MAYER, SELMA: Heilungsaussichten der Bauchtuberkulose unter der Behandlung mit künstlicher Höhensonne. Jahrb. f. Kinderheilk., Bd. 87, H. 2. 1918. — MENZER, A.: Über die Strahlenbehandlung bei inneren Krankheiten. Strahlentherapie, Bd. 9, S. 204. 1919. — MEYER, ALICE: Über das Verhalten des Blutdrucks nach Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne bei Kindern. Münch. med. Wochenschr., Nr. 23. 1922. — MELIN: Ars medici. Nr. 3. 1923. (Zitiert nach BACH: Anleitung, 12. bis 13. Aufl., S. 102). — VAN OORDT: Physikalische Therapie innerer Krankheiten. I. Bd. Berlin: J. Springer. 1920. — PINCUSSEN, L.: Über die Beeinflussung des Stoffwechsels der Kohlehydrate durch Strahlung. Zeitschr. f. d. ges. exper. Med., Bd. 26, S. 127. 1922. — PEEMÖLLER, F.: Neuere Untersuchungen über die blutdrucksenkende Wirkung von künstlichen Lichtquellen. Klin. Wochenschr., Nr. 21. 1923. — PICARD, H.: Über Wege und Wirkungen der Ionisation im Dienste der Therapie. Strahlentherapie Bd. 23, S. 541. 1926. — ROLLIER: Heliotherapie der Tuberkulose mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen. Berlin: J. Springer. 1913. — ROTHMANN, St. und J. CALLENBERG: Lichtbäder und Serulkalkspiegel. Klin. Wochenschr., Nr. 37/38. 1923. — REH: Weitere Indikationen der Höhensonnentherapie. Strahlentherapie. Bd. 14, H. 3. 1922. — REINHARD, P.: Über Provokation latenter Malaria mit ultravioletter Licht. Münch. med. Wochenschr., Nr. 37. 1917. — DERSELBE: Über Strahlentherapie bei Malaria. Med. Klin., Nr. 25. 1918. — SIEMON: Kurze Mitteilung über Wundstarrkrampffälle und ihre Behandlung. Münch. med. Wochenschrift, Nr. 48. 1914. — SCHOOP, A.: Über die Wirkung der örtlich beschränkten Reizstrahlung. Fortschr. d. Therapie. Bd. 1, H. 6. 1925. — SCHÜCKER: Ultraviolettbestrahlungen als neue Grundlage der Therapie von Herz- und Gefäßkrankheiten. Strahlentherapie, Bd. 12, S. 456. 1921. — STRAHLMANN, E.: Die Therapie der Peritonitis tuberculosa und die Bestrahlung mit Quecksilberquarzlampe. Dissertation. Gießen. 1916. — STRAUSS, OTTO: Kompendium der Lichtbehandlung von H. E. SCHMIDT. Leipzig: Georg Thieme. 1921. — v. STRÜMPPELL: Über die Anwendung von elektrischen Glühlichtbädern bei chronischen Bronchialerkrankungen. Med. Klinik, Nr. 30. 1908. — SUGIHARA, N.: Vergleichende Untersuchungen über den Fermentgehalt frischer Haut von Mensch und Tier und über den Einfluß verschiedener Lichtarten auf die Haut. Biochem. Zeitschr., Bd. 163, S. 260. 1925. — THEDERING, F.: Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin. 3. Aufl. Oldenburg i. O. Berlin: Gerh. Stalling. 1919. — THEDERING, F.: Quarzsonne als Antipyretikum. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. 21, S. 204. 1917. — TRAIKIN und BURILL: Action thérapeutique de l'U.-V. sur le zona. Bull. et mém. de la soc. de radiol. méd. de France, Bd. 13, S. 194. 1925. — WAGNER, K.: Die künstliche Höhensonne in der Medizin. Graz: Deutsche Vereinsdruckerei und Verlagsanstalt. 1917.

Lichttherapie in der Kinderheilkunde und prophylaktische Lichtbehandlung

Von

Kurt Huldshinsky-Berlin

Mit 4 Abbildungen

Die Ergebnisse der Lichttherapie des letzten Jahrzehnts haben die Kinderheilkunde auf diesem Gebiet in den Vordergrund des Interesses gerückt. Die Tatsache, daß das Kind in besonders hohem Maße auf die Bestrahlung mit Ultraviolett anspricht, scheint auf den ersten Blick sich aus der größeren Empfindlichkeit der kindlichen Haut, ihrer großen „Zartheit“ zu erklären. Dies trifft aber nicht zu. Die Erfahrung lehrt, daß die Haut des Kindes auf die Reize von Ultraviolett nicht stärker anspricht, als die des Erwachsenen. Die Erythemdosis beim Kinde liegt nicht niedriger als beim Erwachsenen und die augenfälligeren therapeutischen Erfolge bei Kindern müssen demnach eine andere Ursache haben. Kind und Erwachsener unterscheiden sich physiologisch in erster Linie durch das Wachstum. Hier ist auch der Unterschied in der Ultraviolettwirkung zu suchen. Während uns beim Pflanzenreich die Vorstellung von der Notwendigkeit des Lichtes beim Wachstum ganz geläufig ist, haben wir beim Tier und besonders beim Menschen diesen Gesichtspunkt ziemlich aus den Augen verloren. Und doch brauchen wir nicht einmal in das Tierreich zurückzusteigen, die Betrachtung der Entwicklung des Menschengeschlechtes sowohl in historischer, wie in geographisch-ethnologischer Beziehung weist mit zwingender Notwendigkeit darauf hin, daß der Mensch von Natur aus ein Lichttier ist, das heißt, daß ihm die Belichtung zum Aufbau seiner physiologischen Funktionen eine Notwendigkeit ist. Wir erkennen dies am besten aus der Einstellung der Haut gegen die verschiedenen Intensitäten der Sonnenstrahlung; je weiter wir nach den sonnenarmen Gegenden kommen, desto pigmentärmer wird die Haut des Menschen; auch beim Einzelindividuum erleben wir diese Anpassung durch alle Grade hindurch, von der tiefen Bräunung des in den Tropen oder am Meere lebenden Weißen, bis zur leichenfarbenen Blässe des künstlich vom Licht abgeschlossenen, z. B. des „Stubenhockers“, des Nachtkaffee-gastes und der zwangsweise in lichtlosem Raume gehaltenen Dunkelarrestanten. Diese Beispiele lehren, daß der Haut die Funktion innewohnt, die Belichtung möglichst optimal auszunutzen, also sich gegen zu starke Belichtung durch Pigmentablagerung zu schützen, bei zu schwacher aber den Strahlen möglichst reichlich Zugang durch Depigmentierung zu gewähren.

Wir müssen daher annehmen, daß auch die wichtigste physiologische Tätigkeit des kindlichen Organismus, sein Wachstum, auf Lichtimpulse angewiesen ist, und daß bei Mangel an solchen Schäden auftreten müssen. Die Schädigungen durch die moderne Zivilisation bestehen nun nicht ausschließlich im Licht-

mangel. Es kommt noch hinzu die Fernhaltung der anderen atmosphärischen Einflüsse, wie des Luftwechsels, die Kleidung, das enge Beisammenwohnen in der Stadt wie auf dem Lande, die Unreinheit der Luft. Die Folgen dieser Zustände sind die Häufung von Rachitis, Tuberkulose, Hautkrankheiten, Anämien. Wir werden also von vornherein nicht erwarten können, alle diese Schäden durch Zufuhr von Licht allein beheben zu können; bei den letzteren drei Gruppen von Krankheiten kann darum der Erfolg der Lichttherapie nur beschränkt sein. Im Gegensatz dazu aber hat sich gezeigt, daß die Rachitis eine reine Lichtmangelkrankung ist. Wenn sie hier zu den Wachstumsstörungen gerechnet wird, so ist damit nicht das allgemeine Wachstum zu verstehen, das nur sekundär von der Rachitis beeinflusst wird, sondern der Anwachs der für den Knochenaufbau, speziell aber auch für den Aufbau einer Reihe anderer Organe, wie der Muskeln, Drüsen usw. wesentlichen Mineralien, nämlich des Kalks und des Phosphors.

Die Beziehungen der Rachitis zum Licht und ihre Entstehung durch Lichtmangel sind so augenfällig, daß alle anderen Ursachen daneben zurücktreten. Der Lichtmangel, das heißt das Fehlen direkter Belichtung des ganzen Körpers ist in allen Kulturländern so allgemein, daß er allein die Häufigkeit der Rachitis erklären kann. Es darf nicht geleugnet werden, daß hereditäre Disposition dies Auftreten beschleunigt oder verstärkt, daß eine stark fehlerhafte Kost, wie wir sie in den Kriegsjahren erlebt haben, die einmal aufgetretene Rachitis sehr verschlimmern und protrahieren kann, daß interkurrente Krankheiten einen nachteiligen Einfluß ausüben können — dennoch ist, wie NÖGGERATH sagt, „das Primat der Sonne“ nicht zu leugnen. In sonnenreichen Ländern, in denen die Kinder unbekleidet aufgezogen werden, gibt es keine Rachitis. Wird der Neger in die gemäßigte Zone verpflanzt, so werden die dort geborenen Kinder schwer rachitisch, ebenso wie brasilianische Kinder, die nach Europa reisen, mit schwerer Rachitis zurückkehren. Das erste Auftreten der Rachitis in Japan wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit der Einführung der europäischen Kultur und Kleidung beobachtet. Die Erfahrung, daß man Rachitiker in die Sonne bringen solle, stammt schon aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts, sie wurde auch vielfach praktisch angewandt, aber nie systematisch erforscht. Die erste Mitteilung von solchen Beeinflussungen der Rachitis durch die Meeressonne stammt, nach einem Bericht von ARMAND-DELILLE, von einer Ziehmutter aus Arcachon aus den Siebzigerjahren des 19. Jahrhunderts. Dies gab damals Veranlassung zur Gründung des jetzt noch bestehenden Seehospizes, bereits nach Erbauung dieser Anstalt wurde aber der eigentliche Zweck vergessen. Der erste klinische Versuch aber, die Rachitis durch Licht zu beeinflussen, stammt von ERNST BUCHHOLZ aus dem Jahre 1904. BUCHHOLZ ging von der Voraussetzung aus, daß „gerade der Lichtmangel von allen Beobachtern als ursächliches Moment in erster Reihe angeführt werde“, Er legte die Kinder in ein elektrisches Glühlampenbad, das er gegen Überhitzung ventilierte. Da BUCHHOLZ die heutigen physikalischen und chemischen Untersuchungsmethoden nicht zur Verfügung standen, konnte er sich nur auf klinische Beobachtung stützen. Sein Vortrag auf dem 76. Naturforscherkongreß zu Breslau 1904 trug ihm übrigens ironische Zweifel ein. Seine Versuche wurden damals nicht nachgeprüft. Ich habe sie 1919 wiederholt und keine Wirkung des Glühlichtbades gefunden. Erst 1912 finden wir als nächsten Markstein den RASCINSKYschen Hunderversuch. RASCINSKY nahm von einem Wurf zwei junge Hunde, die er bei der Mutter ließ. Den einen ließ er in der Sonne aufwachsen, den anderen hielt er im Dunkeln. Die chemische Analyse der beiden Tiere ergab einen stark

verminderten Kalkgehalt des Dunkelhundes. Auch dieser Befund führte zu keiner Nachprüfung. 1917 machte HESS (New York) den ersten Versuch, rachitische Kinder mit Quarzlicht zu heilen, er konnte aber in zwei Monaten keinen Erfolg feststellen, da er sich mit der Beobachtung des Rosenkranzes begnügte, und gab die Versuche wieder auf. Zu dieser Zeit erregten die MEL-LANBYschen Beobachtungen über die Beziehungen des Faktor A zur Rachitis Aufsehen, in feierlicher Sitzung wurde dieser Faktor als das rachitisverhütende Vitamin erklärt, Mc COLLUMS Rattenversuche schienen dem Recht zu geben, — und wieder war die Beziehung zum Licht vergessen. Meine eigenen Untersuchungen aus dem Jahre 1919 hatten also kaum irgendwelche praktisch verwertbare Vorgänge. Der eklatante Erfolg der Ultraviolettbestrahlung, den ich durch das Röntgenbild nachweisen konnte, stellte die längst geahnte enge Beziehung der Rachitis zum Licht wieder her und wurde der Ausgangspunkt zur modernen Rachitisforschung. Hess führte 1922 den Nachweis, daß in den Wintermonaten, an denen der Anteil des Ultraviolett im Sonnenlicht auf Null sinkt, der Phosphatgehalt des Blutes bei Säuglingen von der Normalzahl 4,3 mg pro 100 ccm Serum auf 3,75 sinkt, gleichviel, ob manifeste Rachitis vorlag oder nicht, und bei älteren Kindern dieser Abfall zwar geringer, aber doch deutlich und konstant war (von 4,2 auf 3,89 mg). Da diese Kinder unter den denkbar günstigsten hygienischen und alimentären Bedingungen gehalten worden waren, kann man diesen Versuch als den Schlußstein der Beweiskette ansehen, daß die Rachitis eine Lichtmangelkrankheit ist.

Die klinischen Beobachtungen bei der Bestrahlung hängen von dem Stadium ab, in dem sich die Krankheit befindet, sowie vom Alter des Kindes. Beim jungen Säugling, bei dem man außer einer Kraniotabes und vielleicht einigen abnormen Schweißen keine Alteration des Befindens beobachtet, kann naturgemäß auch die Wirkung nicht so stark ins Auge springen. Ein Abheilen der Kraniotabes tritt in den ersten Lebensmonaten, bis zum vierten, ziemlich langsam ein, man hat mit etwa vier bis acht Wochen bis zum Schwinden der letzten Erweichungsstelle zu rechnen, doch kommen auch Fälle vor, die dazu zehn Wochen gebrauchen. Nach dem fünften Monat ändert sich dieses Verhalten und man kann gewöhnlich schon von der dritten Bestrahlung an ein Härterwerden des Kopfes deutlich beobachten und oft schon nach vierzehn Tagen ein völliges Ausheilen. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß in diesem Alter auch die Rachitis als solche schneller heilt. Nur neigt die Schädelweichheit in diesen Monaten ohnehin mehr zur Spontanheilung, ohne daß der rachitische Prozeß zum Stillstand zu kommen braucht, sondern sich vielmehr schon auf die Rippen und Extremitäten erstrecken kann. Vom fünften Monat an tritt auch die Schläffheit der Muskulatur deutlicher in Erscheinung. Hier können wir meist nach vier Wochen eine deutliche Besserung erzielen. Am längsten bleiben bisweilen die Schweiße unbeeinflußt, die oft nach völliger Heilung der Rachitis noch weiter bestehen können. Die Motilität geht meist mit der Muskelschläffheit parallel, obwohl es noch nicht erwiesen ist, daß die Herabsetzung der Motilität diese zur Ursache hat. Bei den schweren Formen im zweiten Halbjahr sehen wir die große Unruhe und den sogenannten Knochenschmerz sehr schnell schwinden, der Stimmungsumschlag ist oft schon nach einer Woche zu erzielen und erhellt wohl am schönsten die prompte Wirkung der Bestrahlung.

Rachitische Kinder im vollendeten ersten Lebensjahr fallen durch offene Fontanelle, verzögerten Laufbeginn und Sprechbeginn auf. In diesem Alter wird der Fontanellenschluß nur sehr wenig durch das U. V. beschleunigt, die Lust zum Stehen und Laufen tritt in schwereren Fällen — und mit solchen

haben wir es in diesem Alter in der Regel zu tun — kaum vor einer zweimonatigen Behandlung ein, während die Sprache je nach Veranlagung des Kindes bisweilen erst zu Ende des zweiten Lebensjahres einsetzt¹. Es braucht wohl hier nicht betont zu werden, daß verkrümmte Knochen durch die Bestrahlung in dem Zustand, in dem sie sie antrifft, fixiert werden und ein Einfluß auf ein „Sich-auswachsen“ nicht vorkommt. Rückfälle werden in den Wintermonaten und bei besonders disponierten Kindern öfter beobachtet, als bisher angenommen wurde, besonders in den ersten neun Lebensmonaten. Man muß also ein einmal geheiltes Kind weiter unter Beobachtung halten.

Die pathologisch-anatomischen Vorgänge bei der Heilung werden am schönsten durch das Röntgenbild beleuchtet. Allerdings gibt dasselbe erst nach dem fünften Lebensmonat deutliche Bilder. Vorher besteht der röntgenologische Nachweis der Entkalkung nur in einer sehr geringen Verminderung des Kalkschattens der provisorischen Verkalkungszone und ist nur mit sehr feiner Apparatur kenntlich zu machen. Man wird daher im ersten Halbjahr meist auf einen röntgenologischen Nachweis verzichten müssen. Im späteren Alter, besonders aber nach vollendetem ersten Lebensjahr, gibt uns das Röntgenbild sehr gute Aufschlüsse über den Heilungsverlauf. Bereits nach einem Monat, in einzelnen Fällen sogar schon früher, sehen wir eine neue Kalkzone auftreten, das Osteoid verkalken, etwaige Frakturen, besser gesagt Wachstumsrücken (LOOSER), unter Bildung von kalkhaltigem Kallus ausheilen, Knochenkerne sichtbar werden, apponiertes Osteoid verkalken. Wir können dann von Monat zu Monat verfolgen, wie unter der Bestrahlung die wirre Wucherungszone sich neu organisiert bis schließlich, oft erst nach dreiviertel bis einem Jahre wieder völlig normale Verhältnisse vorliegen. Hierbei zeigt es sich, daß bei schwerer Rachitis, die mit starker Osteoporose einhergeht, die Heilung der Rachitis, also des Kalkverlustes, durchaus nicht mit der Heilung der Osteoporose parallel geht, sondern daß der Knochen oft jahrelang noch zart und substanzarm bleibt.

Am charakteristischsten und konstantesten sind aber die Mineralveränderungen des Blutes. In erster Linie ist für die Rachitis kennzeichnend die schon erwähnte Herabsetzung des Gehaltes an anorganischem Phosphat. Während beim Kinde normalerweise dieser 4,0 mg pro 100 ccm Serum übersteigt, sinkt er bei der Rachitis bis auf 3, sogar 2 mg. Dieses Zeichen ist so konstant und der Rachitis so eigen, daß man den Satz aufstellen kann, daß eine Herabsetzung des P-Spiegels gleichbedeutend mit Rachitis sei. Im Gegensatz zum P-Gehalt ist der Ca-Gehalt des Blutes nicht mit der Rachitis parallel laufend. Es mag sein, daß die bisherigen Untersuchungen nicht immer streng unterschieden haben, ob es sich um ganz floride Fälle oder solche mit, wenn auch geringen, Heilungstendenzen handelt. Jedenfalls wird beobachtet, daß der Ca-Spiegel bei Rachitis ganz normal sein kann (10 bis 12 mg% Serum), und zu Beginn der Heilung absinkt. Dies mag seinen Grund haben, daß der heilende Knochen den Kalk aus dem Blute an sich reißt, ein Umstand, der, wie ich schon 1920 vermutete, zum Ausbruch einer latenten Tetanie führen kann; bei dieser Krankheit ist nämlich der Ca-Spiegel meist zu niedrig. Im weiteren Heilverlauf steigt der Ca-Spiegel meist wieder zur Norm, während der P-Spiegel oft übernormale Werte, bis zu 6 mg erreicht, um aber gleichfalls nach abgeschlossener Heilung wieder auf die Norm zu sinken. Während also zu Beginn der Bestrahlung das P

¹ Die Frage, ob die Intelligenz durch Rachitis dauernd gestört werden kann, ist noch nicht ganz entschieden. Sicher kann aber die Bedrohung durch rechtzeitig intensive Bestrahlung vermindert werden. (Vgl. HULDSCHINSKY, *Dementia rachitica*.)

steigt und das Ca sinken kann, können sich beide Werte auf der Höhe der Behandlung ein zweitesmal kreuzen, indem das übernormale P sinkt und das subnormale Ca steigt, um bei abgeschlossener Heilung für beide normale Zahlen zu erreichen.

Was Klinik, Röntgenbild und Blutbestimmung demonstrieren, wird auch durch den Stoffwechselversuch bewiesen, wie LASCH und WERTHEIMER ihn ausgeführt haben, nämlich eine sehr schnell einsetzende und sehr ausgiebige Retention von Ca und P.

Durch diese Untersuchungen, die in den letzten Jahren nach dem Vorgang von Deutschland und Amerika auch von den anderen Kulturländern nachgeprüft und bestätigt wurden, ist die Wirksamkeit der Ultraviolettherapie der Rachitis als unzweifelhaft erwiesen. Es ist dieser Heilmethode wie kaum einer

anderen auf irgend einem anderen Gebiet beschieden gewesen, jeder Prüfung standgehalten zu haben und ohne Widerspruch von ernsthafter Seite in das Rüstzeug des Arztes aufgenommen zu werden. Dies verdankt sie in erster Linie der Auswahl des ersten Untersuchungsmateriales und der Untersuchungsmethoden, die einen stichhaltigen Einwand nicht zuließen.

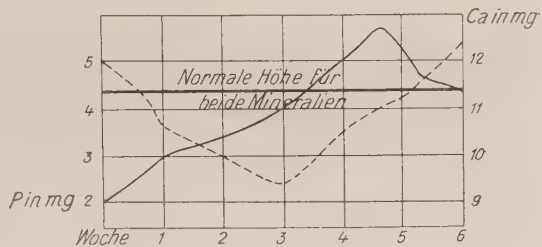


Abb. 1. Verlauf der P (—) und Ca (---) Kurve unter dem Einfluß der Bestrahlung

Bestrahlungstechnik

Die Technik der Bestrahlung verlangt zunächst eine Klärung der Frage, welcher Teil des Ultraviolett bei der Rachitisheilung wirksam ist. Wir verdanken hier wiederum ALFRED HESS die ersten exakten Untersuchungen. HESS fand im Tierversuch, daß Filter, die bei der Wellenlänge von 3200 abschnitten, die antirachitische Wirkung der Lichtquelle aufhoben, daß solche, die bis 3100 ÅE durchließen, eben noch in geringem Maße antirachitisch wirkten, und solche, die noch kürzere Wellenlängen durchlassen, sicher antirachitisch wirkten. Klinisch fand er, daß Sonnenlicht, Bogenlicht und Quarzlicht antirachitisch wirken. Nun reicht das Sonnenspektrum bis 2970 ÅE, günstigstenfalls bis 2890, unfiltriertes Bogenlicht ebenso weit hinab, und Quarzlicht noch bedeutend weiter. Die antirachitischen Wellen liegen demnach zwischen 3100 und 2890 ÅE, während man über die kürzeren Wellen zunächst nichts aussagen kann. Betreffs der längeren Wellen habe ich Versuche mit Glühbirnen gemacht, die also allenfalls U. V. bis 3300 ÅE führen, mit völlig negativem Ergebnis. Die Physiker HAUSSER und VAHLE untersuchten die Erythemwirkung des durch ein großes Prisma gesandten Ultraviolett und fanden ganz denselben Bereich wirksam, während die Strahlen darüber und darunter unwirksam blieben. Während HESS Bogenlampen von großer Stromstärke (30 bis 60 Amp.) benutzte, habe ich mit einer kleinen 6 Amp. starken Jupiterlampe ebenfalls deutliche antirachitische Effekte festgestellt; diese Lampe gibt kein Erythem. Man war nun bisher der Meinung, besonders BACH hat diese vertreten, daß zur Heilwirkung das Erythem gehöre, und daß das langwellige U. V. über 3000 ÅE kein solches erzeuge, dagegen das kurzwellige unter 3000 stets ein solches erzeuge. Wir sehen nun aber aus diesen Versuchen, daß die bisherige Einteilung nicht mehr aufrecht erhalten

werden kann. Erstens erzeugt U. V. von 3100 bis 3000 bei genügender Stärke sowohl Erythem, wie antirachitische Eigenschaften. Zweitens erzeugt U. V. unter 3000 bis 2890 trotz hinreichender antirachitischer Wirkung bisweilen kein Erythem. Drittens ist für die Strahlen unter 2890 weder eine antirachitische Wirkung, noch eine erythemerzeugende nachgewiesen. Folgende Überlegung zeigt, daß ihnen wahrscheinlich beides nicht zukommt. Nach HASSELBALCH durchdringen nur 8% von den Wellen 3020 ÅE Haut in Stärke von 0,1 mm, von der Welle 2890 nur 2%. Wieviel die darunterliegenden Wellen durchdringen, ist nicht festgestellt, doch ist aus der abfallenden Skala anzunehmen, daß von der nächstniederen Welle nur noch ein Bruchteil eines Prozentes durch die Hornschicht der Epidermis dringt, während alles übrige von den obersten Zelllagen abgefangen wird. Da aber Strahlen nur dann zur Wirkung kommen können, wenn sie biologisch aktives Gewebe treffen, die Epidermishornschicht aber als biologisch tot anzusehen ist, so ist kaum anzunehmen, daß von diesen kurzen Wellen noch irgend eine Wirkung ausgeht. Dies scheint ja auch der HAUSER und VAHLEsche Versuch zu beweisen, bei dem die Strahlen unter 2890 kein Erythem mehr erzeugten. Der Unterschied zwischen dem angeblich langwelligen U. V. der Bogenlampe und dem kurzwelligen der Quarzlampe besteht also nur scheinbar und ist nur graduell, denn was bei beiden zur Wirkung kommt, ist eben die Zone 3100/2890 ÅE, die ich darum als die biologisch wirksame oder als Ultraviolett „B“ (U. V. B.) bezeichnen möchte. Die Rolle, die das Erythem bei der Rachitisheilung spielt, ist damit noch nicht völlig geklärt, jedoch kann ich auf Grund zahlreicher Beobachtungen sagen, daß weder eine Heilung ausbleiben braucht, wenn kein Erythem auftritt, noch eine schnellere Heilung zu erwarten ist, wenn man sehr starkes Erythem hervorruft. Die Erythemwirkung ist nun einmal an dieselbe biologische Zone gebunden, wie auch die Rachitisheilwirkung, das Erythem ist wohl ein Maßstab dafür, ob die Lichtquelle ausreichend aktive Strahlen führt, aber weder die Vorbedingung zur Heilung, noch für diese von Nutzen. Eher kann man ihr einen Nachteil zusprechen, indem sie eine ausgiebige Bestrahlung verhindert und durch die starke Pigmentierung, die sie zur Folge hat, ein Eindringen der Strahlen hemmt. Vom Pigment gilt mutatis mutandis das gleiche. Die Frage, warum die Heilwirkung der Quarzlampe bei Filtrierung z. B. durch Uviolglas fast völlig verloren geht, ist also nicht dahin zu beantworten, daß dies durch den Fortfall der kurzen Wellen unter 2890 bedingt sei, sondern weil von der biologischen Zone „U. V. B.“ quantitativ zu viel durch das Uviolglas absorbiert wird. PEEMÖLLER hat bei solcher Versuchsanordnung mit einem

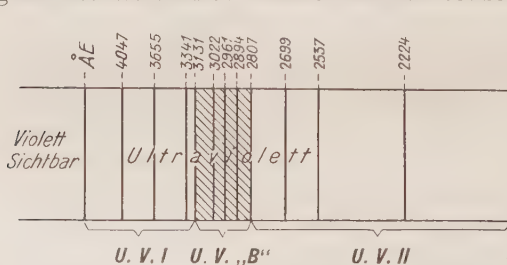


Abb. 2. Die antirachitischen Spektrallinien im Quarzlicht

Filter, das Strahlen bis 2970 ÅE durchließ, bei 40 cm Abstand bis zwei Stunden täglich bestrahlen müssen, um eine antirachitische Wirkung zu erhalten, also etwa 30mal so stark, als beim unfiltrierten Licht üblich ist. Um so viel dürfte das Filter wohl auch die Kraft herabsetzen.

Die Wahl der Lichtquelle hängt also weniger von dem Gehalt an problematischem kurzwelligen Ultraviolett ab, als davon, ob sie überhaupt Strahlen der wirksamen Zone (U. V. B.) in ausreichendem Maße führt und — von ihrer technischen Brauchbarkeit. Von solchen Lichtquellen kommt neben der Quarzlampe zunächst die Jupiterlampe vor allem in Frage, da sie durch die parallele

Anordnung ihrer Kohlen die denkbar beste Lichtausbeute gestattet und mit einer Stromstärke brennt (10 Amp.), der jedes Leitungsnetz gewachsen ist. Die englische Wolframbogenlampe kommt für uns wegen des hohen Anschaffungspreises, der teuren Stifte und des hohen Stromverbrauches nicht in Betracht. Unabhängig von der Stromzufuhr ist die Magnesiumlampe, deren Wirksamkeit ich an einem Fall erprobt habe, auch ihr Spektrum führt reichlich wirksame Wellen; leider ist zurzeit ein praktisch brauchbares Modell für ärztliche Zwecke noch nicht im Handel.



Abb. 3. Sonnenbad am Sandspielplatz

Ich komme nun noch zu der theoretisch einfachsten Lichtquelle, der Sonne. Ihre praktische Anwendung stößt aber leider auf große Schwierigkeiten. Schon im rachitiserzeugenden Winter fällt sie als Therapeutikum ganz aus, da man im Winter die Kinder nicht nackt in die Sonne legen kann, und wenn man es könnte, dies zwecklos wäre, da sie kein U. V. B. führt. Überhaupt schuldigen wir ja gerade ihre Schwäche mit als Ursache der Entstehung der Rachitis an, es wäre also widersinnig, in ihr das Heilmittel zu erblicken. In den Jahreszeiten, in denen sie wirksames Ultraviolett aussendet, ist die leichtere Rachitis meist abgeheilt und es kommen nur die schwereren Fälle in Betracht. Auch hier ist eine schnelle Wirkung nur am Meere und im Hochgebirge zu erwarten, so daß wir, so paradox es klingen mag, in der Sonne nur ein unzulängliches Hilfsmittel gegen die Rachitis erblicken können.

Dort, wo die Verhältnisse für die Sonnenbestrahlungen günstiger liegen, sind aber ausgezeichnete Erfolge zu erzielen. Sowohl im Tierversuch entfaltet die Sonne rachitisschützende und heilende Eigenschaften, die anscheinend denen der Apparatbehandlung nicht nachstehen, als auch bei der Behandlung von Kindern. Versuche über systematische Besonnungen von Säuglingen hat HESS zuerst unternommen. Die Ergebnisse waren gute, in allen Fällen stieg der

P-Spiegel, in der Hälfte der Fälle in drei Monaten bis zur Norm, in einigen Fällen erst nach vier Monaten. Obwohl er die Besonnung in den Monaten Juni bis Oktober vornahm, bleiben diese Ergebnisse doch weit hinter den Ergebnissen der künstlichen Lichtquellen zurück, zumal die Besonnungszeiten sehr lang, eine halbe bis mehrere Stunden waren. Man kann daher annehmen, daß die Sonnenbestrahlung wohl ausreicht, die Entstehung der Rachitis zu verhüten, aber nur schwer die bereits aufgetretene heilen kann.

Die Technik der Ultraviolettbestrahlung selber bereitet nicht die Schwierigkeiten, wie die Röntgenbestrahlung, ist aber infolge der Unkenntnis des Dosen und der Wirkung auf den Organismus noch nirgends zu einer festen Norm gelangt, wie dies bei der Röntgentherapie der Fall ist. So hat jeder Arzt fast seine eigene Methode. Der eine glaubt an die Erythemwirkung und sucht, bei jeder Bestrahlung ein neues Erythem zu erzeugen. Der andere wiederum will die Rötung um jeden Preis vermeiden und gibt einschleichende Dosen. Der dritte wieder legt auf schöne Pigmentierung Wert, die man leicht erzielen kann, wenn man nach vorsichtiger Anfangsdosierung immer weiter steigert. So gehen manche bis zu zwei Stunden in der Bestrahlung! Demgegenüber muß festgestellt werden, daß weder Erythem noch Pigment etwas mit der Heilwirkung zu tun haben. MANFREDI (Mailand), CARTER-BRAINE sowie OSMAN (Amerika) vermeiden grundsätzlich das Erythem und bestrahlen bei großem Abstand (über 1 m) lieber länger.

Ich kann diesen Autoren nur beipflichten und habe in der letzten Zeit meine Bestrahlungstechnik so eingerichtet, daß ich das Erythem möglichst vermeide und daher Abstand und Bestrahlungszeit so groß wähle, daß ich von Anfang an bereits längere Einwirkungen erziele. Je nach der Stärke der Lampe beginne ich mit 115 bis 100 cm Abstand und drei bis fünf Minuten auf jeder Seite, also im ganzen sechs Minuten Anfangszeit. Diese Zeiten verlängere ich bis $10+10=20$ Minuten, gebe aber von der dritten Woche an die ganze Dosis nur auf die eine Körperseite, da es nicht gleichgültig scheint, ob die Belichtungszeit auf beide Seiten verteilt wird oder auf dieselbe Seite einwirkt. Die zu erzielende Reaktion verlangt eine bestimmte Einwirkungszeit, eine Reaktionsdauer. Anderseits haben zu lange Bestrahlungen keinen Sinn. Wissen wir doch, daß bei der Aktivierung von Cholesterin u. a. ein Überschreiten der Reaktionszeit die Aktivierung wieder aufhebt. Wenn wir die Ultraviolettwirkung auf die Haut uns analog vorstellen, so müssen wir die optimale Wirkungszeit begrenzen und erwarten, daß bei Überschreiten dieser Zeit die Wirkung wieder aufgehoben wird.

Das Pigment dient nach PERTHES und PEEMÖLLER der Wärmeabwehr. Es tritt auch bei Bestrahlung mit nicht ultraviolethaltigen Lichtquellen auf. Es wirkt der Ultraviolettwirkung entschieden entgegen, verlangt immer größere Dosen, schützt aber auch anderseits am besten vor Verbrennungen.

Die Methode gewisser Therapeuten, besonders aus Amerika, Frankreich und Italien, die Kur nach Behandlungsminuten oder -stunden zu berechnen, halte ich für ganz verfehlt. Es kommt nicht auf die Gesamtbestrahlungszeit an, sondern auf die Zeitspanne, über die sich die Behandlung erstreckt. Die Zeit sagt nichts über die Stärke der Dosen aus.

Ob durch Zugabe von Eosin und anderen Sensibilatoren (GYÖRGY u. a.) durch Heildauer abzukürzen ist, erscheint zweifelhaft. GUILLAUME hat gezeigt, daß durch Imprägnieren der Haut mit verschiedenen Farbstoffen, z. B. Eosin, die Haut auch gegen U. V.-freies Licht empfindlich wird. Ob dieses auch antirachitisch gemacht werden kann, ist noch nicht untersucht. Die Lampennähe ist ein viel wichtigerer Faktor, als die Belichtungsdauer, da eine Verkürzung

des Abstandes z. B. um die Hälfte nicht die doppelte Einwirkung hat, auch nicht die theoretisch errechnete vierfache, sondern, wegen der starken Absorption der Luft, die fünffache Wirkung erzeugt. Auch die Anzahl der Bestrahlungen ist nicht maßgebend. Die Wirkung, die bei sechs Bestrahlungen in der Woche erzielt wird, ist nicht die doppelte von der bei drei Bestrahlungen. Ob überhaupt eine tägliche Bestrahlung bessere Ergebnisse zeitigt, ist nicht geklärt. Bei Rachitisbestrahlungen habe ich mich nicht davon überzeugen können. Da die Auswirkung der einzelnen Bestrahlung langsam ansteigt und ebenso



Abb. 4. Fortschritte in der Rachitisheilung bei einmonatlicher Quarzlichtbestrahlung

langsam wieder abfällt, wird in den meisten Fällen das Einschleichen eines Ruhetages notwendig sein. In der ersten Woche, wo die verabfolgten Dosen noch sehr gering sind, mag es sich empfehlen, zur Erzielung der Hautgewöhnung täglich zu bestrahlen. Bei Spasmophilie wird man gleichfalls darauf hinstreben, in möglichst kurzer Zeit einen Anstieg des Kalks zu erreichen, und darum täglich, in besonders schweren Fällen (z. B. manifester Tetanie) sogar zweimal am Tage bestrahlen. Im allgemeinen halte man sich aber an diese Regel: Verabfolgung von Dosen, die als wirksam erkannt sind (anfangs an der Grenze der Erythmerzeugung gehend, dann ein mehrfaches dieser Dose), Einlegung eines Ruhetages, Ausdehnung der Kur über eine nicht zu kurze Zeitspanne (bei Rachitis Minimum eineinhalb Monate, bei Tuberkulose drei Monate) ohne engherzige Berücksichtigung der Anzahl der Sitzungen oder gar der Gesamtdauer der Belichtungszeiten. Pausen in der Behandlung bis zu einer Woche brauchen nicht in Ab-

rechnung gebracht zu werden, vielleicht sind sie sogar von Nutzen, um die Haut wieder reaktionsfähig zu machen. Nach KELLER besteht noch wochenlang nach Verschwinden des Pigments eine Reaktionslosigkeit, eine Beobachtung, die ich allerdings nicht immer bestätigen konnte.

Als Leitsätze der Lichtbehandlung der Rachitis sind folgende Forderungen zu stellen:

1. Sicherung der Diagnose durch Feststellung der Kraniotabes, deutlichen Rosenkranzes, offener Fontanelle über ein Jahr, verspätete Zahnung, und, sehr wichtig, deutliche Einziehung des Sternums und der Rippen bei forcierter Atmung (Schreien), ferner, wenn möglich: Röntgenbild, am besten der Unterarmepiphyse, Bestimmung des anorganischen Blutphosphorgehaltes, wobei Werte unter 4 mg pro 100 cc Blutserum die Diagnose Rachitis sichern.

2. Festlegung des Bestrahlungsplanes, wobei für Frühgeburten und Säuglinge unter vier Monaten immer zwei, für ältere Säuglinge wenigstens ein Monat erforderlich ist, während man Kinder im zweiten Lebensjahr zwei Monate, im dritten Jahre und darüber drei Monate bestrahlen soll. Klinische Patienten und solche, die eine Bestrahlungslampe zu Hause haben, kann man täglich bestrahlen, während man sich bei ambulanten Patienten mit zweitägigen Bestrahlungen begnügt. Die Haut des Kindes verträgt annähernd dieselben Dosen wie die des Erwachsenen, bereits stark pigmentierte Kinder, sei es von Natur, sei es durch Sonnenbrand, können stärkere Dosen erhalten.

3. Feststellung des Heilerfolges, mit denselben Methoden, wie oben.

Während der Kur kann man mit Erfolg Lebertran verabreichen, ebenso, wie weiter unten ausgeführt wird, auch Kalkgaben; welches Präparat dabei gewählt wird, ist belanglos, nur sollen die Kalkgaben nicht zu klein sein, etwa 1 bis 1,5 g pro die, wenn man sich überhaupt einen Erfolg davon verspricht. Mit Sonnenbädern zu kombinieren oder abzuwechseln, ist nicht wünschenswert. Die Sonnenbestrahlung ist von der künstlichen so verschieden, daß eine gegenseitige Unterstützung nicht eintritt, im Gegenteil konnte wiederholt eine Hemmung der Quarzlichtwirkung bei solcher Kombination beobachtet werden.

Kinder mit orthopädischen Verkrümmungen bestrahlt man am besten erst vierzehn Tage bis vier Wochen, um dann die orthopädischen Maßnahmen bei zwar noch weichem Knochen, aber bereits gestärktem Allgemeinbefinden ausführen zu können. Von einem allmählichen Redressement verkrümmter Extremitäten, etwa durch Dauerzug oder Schienen, ist kein Erfolg zu erwarten, gewaltsame Eingriffe, sei es blutig oder unblutig, sind erforderlich. Starke Coxa vara behandelt man im Spreizgips während der Bestrahlungszeit, ebenso kann man eine Einwirkung auf die Skoliose während des Erweichungsstadiums erreichen, wenn man durch energische Züge im Gipsbett auf die Rippenbuckel einwirkt. Die Bestrahlung bewirkt dann eine Fixierung des erreichten Resultats (HULDSCHINSKY). Bei leichteren Verkrümmungen, wenn sie ohnehin eines blutigen Eingriffes bedürfen, warte man aber ruhig das Ende der Bestrahlungskur ab.

Inwieweit die Zahnung durch die Bestrahlung beeinflusst wird, läßt sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Viele Autoren stehen auf dem Standpunkt, daß verzögerte Zahnung überhaupt kein rachitisches Stigma sei. Dieser Ansicht kann ich nicht beitreten, wenn auch das Gegenteil schwer zu beweisen ist. Bei den meisten schweren Rachitikern sieht man eine Verzögerung der Zahnung. Man beobachtet nun in manchen Fällen, daß während oder bald nach der Bestrahlung der Durchbruch erfolgt. Andere Fälle verhalten sich wieder völlig refraktär. Ein vierzehnmonatiges Mädchen, daß noch keinen Zahn hatte, wurde

einen Monat lang und mit sechzehn Monaten wieder ebenso bestrahlt, trotzdem trat der Durchbruch nicht ein¹. Es scheint hier ähnlich zu liegen, wie beim Fontanellenschluß, der auch durch die Bestrahlung nur dann beeinflußt wird, wenn sie in eine frühe Periode fällt, während beim Kinde über ein Jahr keine Beschleunigung erzielt wird. Dies hängt mit rein morphologischen Verhältnissen zusammen, und darf nicht, wie MARFAN es tut, gegen die Ultraviolettwirkung verwendet werden.

Tetanie

Ein wichtiges Begleitsymptom der Rachitis ist bisher nicht berücksichtigt worden, nämlich die Tetanie. Dieses Leiden wurde früher als eine Krankheit für sich angesehen, und in der Tat ist wohl zu seinem Auftreten eine besondere Disposition notwendig, die man als spasmophile Diathese bezeichnet. Hier hat aber der Erfolg der Lichtbehandlung eine Wandlung geschaffen. Zunächst haben wir erkannt, daß es zwei grundverschiedene Arten von Tetanie bei Kindern gibt, nämlich die rachitogene der Säuglinge und die nichtrachitische der älteren Kinder und Erwachsenen. Letztere reagiert nicht auf Bestrahlung, ebensowenig wie die Tetanie der Erwachsenen. Wir können sie daher aus dieser Betrachtung fortlassen. Die Tetanie der Rachitiker verhält sich zur Rachitis durchaus nicht gleichsinnig. Schon im Chemismus äußert sich dies. Während die Rachitis meist normale oder sogar erhöhte Ca-Werte im Blutserum zeigt, sind diese bei Tetanie stets erniedrigt. Auch das Auftreten der Tetanie ist zeitlich von dem der Rachitis verschieden: letztere hat ihren Häufigkeitssgipfel im Winter, erstere im Frühjahr. Dennoch ist eine Abhängigkeit der Tetanie von der Rachitis nicht leugbar, da ohne Rachitis kaum Säuglingstetanie beobachtet wird. Das Verhältnis ist nun folgendermaßen zu erklären. Die Ursache oder wenigstens das auslösende Moment der Tetanie ist im Sinken des Blutkalks zu suchen. Nun wird bei beginnender Heilung der Rachitis eine große Menge Blutkalk an den Knochen und die übrigen Gewebe gebunden, so daß dadurch ein Sinken des Blutkalkspiegels eintritt. Daher auch die häufige Beobachtung, die in letzter Zeit auch KARGER wieder bestätigt hat, daß Kinder, die in die erste Frühlingssonne gebracht werden, tetanisch werden. Eine analoge Beobachtung machte ich bei der Höhensonnenbestrahlung, nämlich daß Kinder in der ersten Woche der Kur, oder bei länger dauernder, aber sehr schwacher Kur (durch Filter usw.) manifeste Tetanie bekamen. Auch von anderen Autoren wurde dies bestätigt. Man kann daran wohl ersehen, daß die Rachitis, sobald sie in Heilung übergeht, tetanische Zustände zur Auslösung bringen kann. Bestrahlt man aber weiter und mit möglichst starken Dosen, die den rachitischen Prozeß schnellstens zur Umkehrung bringen, so tritt nicht nur ein Ausbleiben oder, wenn schon aufgetreten, ein Schwinden der tetanischen Erscheinungen auf, sondern man kann von einer direkten Heilung der Tetanie sprechen, die mit der Rachitis Schritt hält. Das Fazialisphänomen schwindet in kurzer Zeit und die elektrische Prüfung der Nerven zeigt bald danach das völlige Aufhören der Übererregbarkeit an. Wenn also zwischen dem Auftreten beider Krankheiten Unterschiede bestehen, so läuft ihre Heilung völlig parallel. Um vor Rückfällen der Tetanie gesichert zu sein, darf man sich daher nicht mit dem Aufhören der klinischen Zeichen begnügen, sondern man muß bis zur Heilung der Rachitis weiter bestrahlen.

¹ Vor allem ist aber zu beachten, daß die Verkalkung der bleibenden Zähne bereits sehr früh — vom 1. Lebensjahr ab — beginnt und daher eine Schädigung durch Rachitis eintreten kann.

Um unliebsame Zwischenfälle bei Beginn jeder Rachitisbehandlung zu vermeiden, wird man gut tun, jeden Rachitiker, den man einer Bestrahlungskur unterwirft, auf latente Tetanie zu untersuchen, und, besonders in der gefährlichen Frühjahrszeit, Kalk zuzuführen. Sind aber tetanische Anfälle aufgetreten, so ist die Bestrahlung auf keinen Fall zu unterbrechen, sondern man führe sie, unter der üblichen symptomatischen Tetanitherapie, rücksichtslos und energisch fort, mit Dosen, die die einfachen antirachitischen um wenigstens das Doppelte übertreffen.

Bei nichtrachitischer Tetanie, die meist anämische und nervöse Kinder betrifft, ist nun die Ultraviolettkur nicht etwa kontraindiziert, nur sei man von vornherein darüber im klaren, daß eine direkte und schnelle Besserung der tetanischen Erscheinungen durch die Kur nicht zu erwarten ist, vor allem das Fazialisphänomen nicht zum Schwinden zu bringen ist.

Anämie

Bei der Lichtbehandlung der Anämie sind die Ergebnisse sehr verschiedene, was ja auch nicht Wunder nehmen kann, da die Anämie immer nur ein Symptom ist und je nach dem Charakter des Grundleidens erst eine Beeinflussung der Anämie zu erwarten ist. Die Anämie der Rachitiker wird durch die künstliche Höhensonne nicht immer vollkommen geheilt. Man täuscht sich hierbei leicht durch das blühende Aussehen, das aber meist nur durch das Erythem oder die Pigmentierung verursacht ist. Sobald diese verblaßt ist, tritt oft wieder die blutlose Gesichtsfarbe an den Tag. Untersuchungen des Blutbildes geben ein widersprechendes Resultat. MARCHIONINI konnte bei einem großen Material keinen Erfolg bei Anämien bemerken, außer in drei Fällen von chlorotischer Anämie. KESTNER fand experimentell und klinisch einen starken Einfluß auf die Anämie, die er aber nicht dem Ultraviolett, sondern dem Ozon und den Nitrosen zuschreibt. RIEDEL beobachtete eine starke Zunahme des Hämoglobins und der Erythrozyten. Experimentell stellten LAURENS und SOOY an jungen Ratten fest, daß die Vermehrung der roten Blutkörperchen im Dunkel im Verlauf von sechs Monaten von 2,2 Millionen auf 5,1 anstieg, während im Sonnenlicht ein Anstieg von der gleichen Ausgangszahl auf 11 Millionen stattfand. MATHIEU und FELDZEER konnten verschiedentlich schwerste hypochrome und hypozytäre Säuglingsanämien fast völlig heilen. LESNÉ und DE GENNES konnten nur bei leichten rachitischen Anämien eine bessere Durchblutung der Haut und eine Rückkehr der Erythrozytenzahlen bis fast zur Norm beobachten, während schwere Anämien langsamer und unzuverlässiger beeinflußt wurden. Ganz schwere pseudoleukämische Formen blieben refraktär. Während aber sonst die meisten Untersucher nur geringe oder gar keine Hebung der Erythrozytenzahl fanden, stimmen alle Angaben über die Veränderungen der Leukozyten — Leukozytose mit bisweilen vorausgehender Leukopenie — überein, die aber bei längerer Behandlung wieder zurückgeht. Eine Eosinophilie wird auch meist nachgewiesen. Im allgemeinen verhalten sich die sonstigen Anämien nicht anders als beim Erwachsenen, wie auch ROHR angibt. Man wird also zu prüfen haben, welches Grundleiden die Anämie bedingt. Erfolge der Bestrahlung versprechen: Rachitis, Skrophulose, Chlorose, Rekonvaleszenz. Wenig aussichtsreich sind vor allem die Anämien auf neuropathischer Basis, aussichtslos die essentiellen, pseudo- und echt leukämischen, bei Malaria und anderen Blutkrankheiten. Vor allem wird vorher festzustellen sein, ob es sich um eine tatsächliche Verminderung des Hämoglobins und der roten Blutzellen handelt.

Skrophulose

Die Anämie ist, wie gesagt, eine häufige Begleiterscheinung der Skrophulose, wenn man an diesem heute nicht mehr allgemein gebräuchlichen Krankheitsbild festhalten will. Das früher als Skrophulose bezeichnete Krankheitsbild löst sich bei eingehender Betrachtung in drei verschiedene Gruppen auf. Die erste ist der nach dem Vorgang CZERNYS als exsudative Diathese bezeichnete Komplex, der eine Konstitutionsschwäche des lymphatischen Apparats darstellt. Bei Konstitutionsveränderungen kann eine Lichttherapie naturgemäß keine Heilung bringen, jedoch ist es möglich, mit Lichtbehandlung symptomatisch vorzugehen. Das Säuglingsektzem war bislang ein Noli-me-tangere der Ultravioletttherapie. MOSSE zeigte aber, daß das sogenannte neurogene Ektzem, das sich in schubweise auftretenden Zonen an den Gelenkbeugen zeigt, durch sehr starke Bestrahlungen zum Schwinden zu bringen ist. Die von MOSSE angegebenen Dosen sind allerdings so hoch, so nicht jeder das Risiko solches Vorgehens auf sich nehmen wird. Er verlangt eine Bestrahlung von 25 Minuten in 20 cm Abstand, selbstverständlich unter peinlichstem Schutz der gesunden Umgebung. Es gelingt aber dabei, das sehr hartnäckige Ektzem zum Schwinden zu bringen, wenn man die Bestrahlung in Abständen von einer Woche zwei- bis dreimal wiederholt. Nach dem Vorgang von MOSSE habe ich selber auch Kopf- und Gesichtsektzeme bestrahlt, allerdings nicht mit diesen starken Dosen, sondern mit der Hälfte der Zeit und des Abstandes. Aber auch hier zeigt sich, daß die Furcht vor dem Ultraviolett nicht immer begründet war. Schwache Dosen freilich, wie man sie bei der Allgemeinbestrahlung anwendet, reizen und verstärken das Ektzem. Bei den starken Dosen gelingt es aber in vielen Fällen eine neue Überhäutung zu erzielen. Auch sonst sieht man oft während der gewöhnlichen Bestrahlungskur ein Ektzem schwinden, wenn auch nicht für immer. Auch GOYAROLA berichtet von guten Erfolgen von Ektzembehandlung mit überstarken Dosen (20 cm, zehn Minuten).

Die zweite Form der „Skrophulose“ ist die multiple Drüsenschwellung; ihre Zugehörigkeit zur lymphatischen Erkrankung oder zur dritten Form, der tuberkulösen, läßt sich durch die PIRQUET-Reaktion sicherstellen. In beiden Fällen sieht man aber die glänzendsten Erfolge der Lichtbehandlung. Meist schon nach vier Wochen schwinden Drüsen von Haselnußgröße zu kaum fühlbaren Dimensionen. Bei Drüsen tuberkulösen Charakters verhindert die Kur oft die Vereiterung; das Kleinwerden von Hilusdrüsen zeigt das Röntgenbild. Wenn auch in diesen Fällen die Röntgenbehandlung die Methode der Wahl bleiben muß, so ist die Lichttherapie ein wirksames und mildes Adjuvans, gleichzeitig durch ihre roborierende Wirkung von großem Werte. Ebensogut lassen sich die skrophulösen Schleimhautaffektionen, die Phlygdänen, Konjunktivitis und Rhinitis durch Allgemeinbehandlung günstig beeinflussen.

Tuberkulose

Wir kommen damit zur Behandlung der kindlichen Tuberkulose durch Ultraviolettbestrahlung. Die Strahlenbehandlung hat bei der Lungentuberkulose oft enttäuscht. Hoffte man doch anfangs, die Erfolge der Hochgebirgssonne würde von der künstlichen Lichttherapie, wenn nicht erreicht, so doch annähernd nachgeahmt werden. Es mehrten sich aber die Berichte, die von ungünstigen Wirkungen, Auslösung einer Hämoptoe, Aufleben eines verkapselten Herdes usw. meldeten. Auch aus den Heilstätten wird von Sonnenbädern oft Ungünstiges berichtet. Gerade auf diesem Gebiet tobt ein heftiger

Streit zwischen den Anhängern der Kohlenbogenlampe und dem Quecksilberlicht und es kann bei kritischer Betrachtung der einzelnen Ergebnisse kein Zweifel bestehen, daß die Bogenlichttherapeuten bessere Resultate aufzuweisen haben. Der Amerikaner DE KRAFT sagt geradezu: Das Quarzlicht wirkt ähnlich wie das Tuberkulin, es kann schlummernde Herde auslösen. Wenn man diese Ergebnisse voraussetzungslos beurteilt, so wird es klar, daß die Mißerfolge mit dem Quarzlicht auf zu starke Dosierung zurückzuführen sind. Denn das Bogenlicht stellt nun einmal eine schwächere Ultravioletttherapie dar und seine besseren Erfolge sind demnach seiner schwächeren Wirkung zuzuschreiben. Man wird also nach einer neuen Technik zur Behandlung der Lungentuberkulose suchen müssen, vielleicht durch geeignete Filter bestrahlen müssen, oder die Abstände so wählen, daß zu stark reizende Strahlen ausgeschaltet werden, oder vielleicht nach dem Vorgang von BERNHARD u. a. mit Teilbestrahlungen beginnen müssen. Keinesfalls sollte man die Versuche mit Lichttherapie aufgeben: die schädliche Wirkung zeigt, daß überhaupt ein Einfluß vorhanden ist, genau wie man beim Tuberkulin durch immer geringere Dosen schließlich zu therapeutisch wirksamen gelangt ist, kann dies auch beim Ultraviolett der Fall sein. Und bis man eine spezifische Therapie der Tuberkulose gefunden hat, soll man kein Hilfsmittel außer Acht lassen.

Von allen tuberkulösen Affektionen spricht die Peritonitis am sichersten auf die Bestrahlungskur an. Hier kann nach einstimmigen Mitteilungen in kurzer Zeit völlige Heilung ohne Operation erzielt werden. Allerdings dürfen hochfiebernde und kachektische Kranke nicht bestrahlt werden. In zweiter Linie werden die Knochen und Gelenkaffektionen in oft staunenswerter Weise zur Heilung gebracht. Am günstigsten sind, wie überhaupt bei jeder, so auch bei der Lichttherapie die geschlossenen Herde zu beeinflussen. Aber auch fistelnde Knochentuberkulose heilt oft schnell und völlig aus. Andererseits erlebt man Fälle, bei denen trotz intensivster und Monate bis Jahre dauernder Bestrahlung ein Schließen der Fisteln nicht erzielt wird. Es wäre hier zu empfehlen, den Versuch zu machen, mittels Quarzstäben durch den Fistelgang auf den Herd der Erkrankung zu gelangen, was allerdings nicht immer möglich ist. Sonst haben nur Allgemeinbestrahlungen Zweck. Wenn BERNHARD auch an den Lokalbestrahlungen neben der Allgemeinbesonnung festhält, so kann doch ein Einfluß im Sinne einer bakteriziden Wirkung heute nicht mehr anerkannt werden und wir werden die Lokalbestrahlung nur da anwenden müssen, wo ein Anreiz auf die Granulationsbildung erwünscht ist. Bei den tuberkulösen Affektionen ist allerdings meist schon mehr Granulation als wünschenswert vorhanden. Die Behandlung mit nur leuchtenden Lichtquellen, wie sie KIRSCH empfiehlt, mag vor einer falschen Ultravioletttherapie den Vorzug der Unschädlichkeit haben. Als Lichttherapie sie zu bezeichnen, sind wir jedoch nicht berechtigt. Die günstigen Resultate, die KIRSCH mit den Spektrosollampen (REINIGER, GEPPERT und SCHALL) bzw. Siemensspiegeln erzielt hat, sprechen keineswegs für die Brauchbarkeit dieser Apparate, da sie durchwegs mit weitgehenden anderen therapeutischen Maßnahmen verbunden waren. Ziel der Tuberkulosetherapie muß aber sein, mit wirksamen Agentien die Krankheit anzugreifen und darum ist die Ultraviolettbehandlung, sei es durch Sonnenlicht, sei es durch künstliche Lichtquellen, der ultraviolettfreien unbedingt vorzuziehen, unter der Voraussetzung, daß eine richtige Technik gefunden wird.

Von Stoffwechselerkrankungen käme beim Kinde noch der Diabetes, die Fettsucht und der chronische Gelenkrheumatismus als Domäne für die Ultraviolettbehandlung in Frage. Der Diabetes des Kindes ist so bedrohlicher

Natur und durch die heute bekannten Mittel — Insulin und Diät — so wirksam zu bekämpfen, daß Versuche mit ausschließlicher Ultraviolettbehandlung nicht angezeigt sind, zumal auch beim Erwachsenen von einer Heilung des Diabetes durch Ultraviolett keine Rede sein kann. Als Unterstützung der Kuren sollte sie aber doch häufiger angewandt werden, denn da wir wissen, daß die Oxydation im inneren Stoffwechsel gesteigert wird und daß (ROTHMANN u. a.) der Blutzuckerspiegel durch Belichtung sinkt. Über die Wirkung auf die Fettsucht der Kinder liegen keine Berichte vor. Auch hier müssen wir annehmen, daß durch den erhöhten Eiweißzerfall auch eine Einschmelzung des Fettes hervorgerufen werden kann. Auch liegen, wie unten angegeben, Berichte über Gewichtsverluste bei Bestrahlungen vor. Andererseits wirkt die Bestrahlung meist appetitanregend, was der Behandlung der Fettsucht nicht gerade entgegenkommt. Überhaupt dürfen wir, wie bei allen Konstitutionskrankheiten, keine zu hochgespannten Erwartungen stellen. Eine Änderung der Konstitution wird nie erreicht. Bei der chronischen Polyarthrits rheumatica sind auch bisher noch keine großen Erfolge berichtet worden. Aber auch hier versprechen die Bestrahlungen gute Erfolge, besonders in Fällen, die durch häufige Nachschübe zu Verschlimmerungen neigen.

Die Affektionen der Luftwege, die akuten und chronischen Bronchitiden werden symptomatisch gut beeinflußt. Die Frage, ob der Keuchhusten durch Ultraviolett beeinflusst wird, ist noch nicht entschieden. Ich sah in einem Falle bei einem dreimonatigen Säugling, bei dem ich von der stattgefundenen Ansteckung Mitteilung erhalten hatte, im Verlaufe von einer Woche sich langsam einen Pertussis entwickeln. Die gegen meinen Willen von der Mutter verlangte Bestrahlung mit Quarzlampe kurierte in drei Tagen den Husten völlig. In einem anderen Fall wurde ein schwerer Rachitiker von vier Monaten im Prodromalstadium mit Bogenlicht bestrahlt. Während die Rachitis rapide ausheilte, entwickelte sich unter meinen Augen der Keuchhusten zur vollen Blüte und wich auch nach vierwöchiger Bestrahlung nicht. Er wurde aber von dem Kinde leicht überstanden. Überhaupt ist die Bestrahlung, besonders beim Säugling, schon deshalb von Wichtigkeit, weil eine etwa vorhandene Rachitis die Prognose des Pertussis sehr ungünstig gestaltet und somit der bessere Verlauf gesichert wird. Bei einer Pertussisepidemie im Oskar-Helene-Heim verlor ich bei 30 Erkrankungen rachitischer Kinder, die bestrahlt wurden, keinen einzigen Fall. Eine Einwirkung auf den Pertussis konnte hierbei aber nicht festgestellt werden. Die günstigsten Erfolge werden im Stadium des Abklingens berichtet. Man wird also, wenn es ohne Schwierigkeit möglich, auf die Bestrahlung nicht verzichten, darf aber nicht vergessen, daß von all den Hunderten von Pertussismitteln immer gerade in diesem Stadium die besten Erfolge erzielt werden. Da die Bestrahlung sowohl Eosinophilie, als auch Leukozytose erzeugt, beides Symptome des Pertussis selbst, so ist an eine spezifische Einwirkung nicht zu glauben.

Der günstige Einfluß auf die Luftwege macht die Lichtbehandlung auch zu einem wertvollen Faktor in der Behandlung der Masernrekonvaleszenz. Gerade die große Labilität der Masernrekonvaleszenten, seine Anfälligkeit gegen Infektionen und der Reizzustand der Bronchen verspricht einen günstigen Einfluß auf diese Zustände. Allerdings wird man in Anbetracht der Häutung und der Empfindlichkeit der Haut mit der Dosierung sehr vorsichtig sein müssen. Daß durch Bestrahlung gefestigte Rachitiker die Masern leicht überstehen, habe ich bei einer großen Anstaltsepidemie beobachtet, in der bei 50 Erkrankungen kein Todesfall oder Nachkrankheiten eintraten, obwohl es sich zum großen Teil um gewesene oder in Heilung begriffene Rachitiker handelte.

Überhaupt ist die Rekonvaleszenz nach allen Infektionen eine große Domäne der Lichtbehandlung. Besonders die grippösen Infektionen werden durch die Bestrahlungen oft rasch zum Abschluß gebracht, wenn die Heilung sich verschleppt. Hier spielt vor allem die appetitanregende Komponente, aber auch die blutbildende, eine Rolle. Daneben sieht man die Fieberkurve, die oft wochenlang subfebrile Temperaturen zeigte, oft in acht bis vierzehn Tagen zur Norm sinken und persistierende Drüsen schwinden.

Herzleiden können natürlich nur symptomatisch beeinflußt werden. Die blutdrucksenkende Wirkung der Ultraviolettstrahlen kann hier in geeigneten Fällen sehr nützlich sein. Dasselbe gilt für Nephritiden, die mit Blutdrucksteigerungen einhergehen.

Ernährungsstörungen

Der Einfluß auf den Verdauungstrakt wird besonders von den Franzosen gerühmt. Pylorospasmus, Anorexie, gehäuftes Erbrechen der Säuglinge sollen durch das Licht gebessert und bisweilen geheilt werden. Wie dieser Einfluß zu deuten ist, ist nicht ganz klar, vielleicht spielen Reize auf das vago-sympathische System dabei eine Rolle. Weitere Nachuntersuchungen sind hier am Platze. Bei rachitisch-spasmophilem Erbrechen ist der Einfluß zweifellos.

Ganz besonders hervorzuheben ist aber der Einfluß der Ultraviolettbestrahlung auf die Anorexie der Klein- und Schulkinder. Während noch HEUBNER diese Fälle als äußerst schwierig zu behandeln darstellt, und trotz energischster Maßnahmen meist Mißerfolge sah, feiert die Lichtbehandlung hierbei geradezu Triumphe. Bei den widerwilligsten Essern setzt meist schon nach der ersten Bestrahlungswoche eine nie gekannte Eßlust ein. Die refraktären Fälle sind nach meinen Erfahrungen auf nicht mehr als 10% zu schätzen. Mehr als die Hälfte der Fälle behalten auch nach Beendigung der Kur den Appetit bei, so daß man sie als geheilt betrachten kann. Ein anderer Teil beginnt einige Zeit nach dem Aufhören der Bestrahlungen aber wieder mit dem Essen zu mäkeln, und bedarf dann weiterer Behandlung. Die Ursache dieser prompten Einwirkung ist nicht ganz klar. Nach HEUBNER beruht das Leiden auf einer Schläffheit der Magen- und auch Darmwände. Wir wissen nun, daß die Muskulatur, auch die glatte, durch die Bestrahlung günstig beeinflußt wird. Es ist aber auch denkbar, daß der erhöhte Stoffwechselzerfall den Appetit erhöht, und schließlich wären auch hier vagotonische Einflüsse möglich. Jedenfalls bildet die Anorexie der Klein- und Schulkinder eines der wichtigsten, größten und erfolgreichsten Indikationsgebiete der Lichttherapie.

Sichtbare Strahlen

Wenn ich hier bisher von der Lichttherapie nur im Sinne der Ultravioletttherapie gesprochen habe, so muß zum Schlusse noch kurz auch die Lichttherapie im eigentlichen Sinne eingegangen werden. Wir betreten hier eine Terra incognita der Pädiatrie im Gegensatz zu der besonders in den letzten Jahren gründlich erforschten Ultraviolettwirkung. Über die Behandlung mit Farben stehen nur ganz spärliche Berichte zur Verfügung, besonders wenig in der Kinderheilkunde. Ob das Blaulicht die von manchen gerühmte Eigenschaft des Resorbierens von Ergüssen hat, kann ich weder aus eigener Erfahrung noch aus der pädiatrischen Literatur bestätigen. Ebensowenig ist über Grün- und Gelbwirkung bekannt. Dagegen gehört die Anwendung des Rotlichtes seit FINSSEN zum Rüstzeug bei Behandlung der akuten Exantheme. Auch die chronischen Hautaffektionen, Ekzeme, Pemphigus, sollen der Rotlichtbehandlung zugänglich sein. Die Studien über die Beziehung der Vakzine zum Rotlicht sollen hier nicht

weiter berührt werden. SCHMIDT konnte sich bei Anwendung der Neonlampe, die ein sehr starkes Rotlicht von ziemlich reinem Spektrum ohne infrarote Anteile abgibt, nicht von seiner Wirksamkeit überzeugen und führt die berichteten Erfolge auf eine negative Belichtung zurück. Dennoch glaube ich, daß die Prüfung der Wirksamkeit der roten Strahlen, besonders mit einer so geeigneten Lichtquelle, wie der Neonlampe, nicht fallen gelassen werden sollten. Schon die große Rolle, die der Blutfarbstoff im Organismus spielt, scheint ein Hinweis, daß diese Farbe auch zu therapeutischen Zwecken verwendbar sein muß.

An gemischten Lichtquellen haben wir eine große Anzahl Konstruktionen, von denen die ZEISSsche Reflektorlampe, die REINIGER, GEPPERT und SCHALLSche Spektrosollampe und die HANAUER Solluxlampe besonders lichtstark sind; auch die Bogenlampen mit Weißbrandkohlen sind hierzu zurechnen. Es kann zurzeit nicht angenommen werden, daß diese Art Bestrahlungstherapie etwas anderes ist, als eine modifizierte Wärmeapplikation, die eine Hyperämisierung der Haut hervorruft. Wenigstens liegen keinerlei anders lautende Untersuchungsergebnisse vor.

Ob es Nutzen oder Nachteil hat, die Ultravioletttherapie mit solchen Lichtquellen zu verbinden, ist nicht bekannt. Nach einigen Autoren soll diese Art der Behandlung die Ultravioletttherapie unterstützen und abkürzen. Beweisende Untersuchungen sind aber nicht zu finden. Im Gegenteil spricht meine eigene Beobachtung dafür, daß eher ein gewisser Antagonismus zwischen dem Ultraviolett und dem leuchtenden Teil des Spektrums besteht. Bei einem mit Sonnenbädern kombinierten Fall von Quarzlichtbestrahlung sah ich die sonst regelmäßig eintretende Heilung bei einem Rachitiker ausbleiben. HESS stellte fest, daß ein Klar- und ein Blauglasfilter, die beide gleichmäßig Wellen bis 3100 Å durchließen, verschiedene Wirkung hatten: die Dosis, bei der der Blaufilter noch starke antirachitische Kräfte durchließ, war bei dem Klarfilter unwirksam; dies ist nicht anders zu erklären, als daß der links vom Blau liegende Spektralanteil dem Ultraviolett entgegenarbeitet. Außerdem sollen nach BACH bei Überdosierung mit Quarzlicht unmittelbar anschließende Sonnen- oder Solluxbäder das Auftreten eines Erythems verhüten können. Alle diese Beobachtungen sprechen gegen eine unterstützende Wirkung der leuchtenden Strahlen.

Prophylaxe

Rachitis

Der Charakter der Rachitis bringt es mit sich, daß die Prophylaxe derselben nicht scharf von der Therapie zu trennen ist, da die Krankheit schon in den allerersten Lebensmonaten auftritt. Dennoch können wir, wenn wir ein sonst gesundes, nur von geringem Mineralverlust befallenes Kind behandeln, dies als prophylaktische Behandlung bezeichnen; tritt doch das eigentliche Kranksein durch Rachitis erst später auf, wenn die Gefahr der Knochenverbiegungen in die Nähe rückt oder katarrhalische Infekte auf einen erweichten Brustkorb treffen.

Dennoch kann man auch an eine Prophylaxe im engeren Sinne denken, nämlich die Verhütung auch des allerersten Auftretens rachitischer Erscheinungen überhaupt. Hieher gehören Maßnahmen, die schon vor der Geburt einsetzen. Wir haben es bei der Rachitis mit einer exquisit von hereditärer Disposition abhängiger Krankheit zu tun. Erst kürzlich hat HANS ZIESCH sowie MAURER an der Hand von Stammbäumen die Erbfolge der Rachitis nachgewiesen. Solche Beobachtungen hat wohl jeder Arzt selber reichlich zur Verfügung. Es drängt sich daher die Frage auf, ob nicht eine prophylaktische Bestrahlung der

Eltern, insbesondere der Mütter während der Gravidität empfiehlt. Berichte aus Amerika scheinen zugunsten dieser Gravidenprophylaxe zu sprechen. Dagegen sprechen HESS' Untersuchungen über den Ca- und P-Gehalt des Blutes von Müttern und Neugeborenen, der niemals unter der Norm gefunden wurde. In allen Fällen, wo schwere Rachitis in der Familie beobachtet wurde, dürfte sich der Versuch, die Schwangere einer Bestrahlungskur zu unterwerfen, vielleicht lohnen, obwohl man sich immer vor Augen halten muß, daß die eigentliche Entstehung der Rachitis immer erst in die Zeit nach der Geburt fällt und daß eine konstitutionelle Komponente durch die Bestrahlung nicht ausgeschaltet werden kann. Ein zweites Schutzmoment liegt in der Muttermilch. Wenn wir verschiedenen Statistiken Glauben schenken wollen, so wäre die Muttermilch der beste Schutz gegen Rachitis. Dieser Glaube fehlt uns aber auf Grund eigener Beobachtungen und auf Grund einer einfachen Überlegung. Ernstlich habe ich selber an Berliner Fürsorgen festgestellt, daß von den dort mit Muttermilch ernährten Säuglingen — und dies ist dort die überwiegende Anzahl — etwa 60 bis 80% im dritten Monat rachitisch sind. Bei den von Anfang an künstlich ernährten Kindern liegen die Verhältnisse nicht schlechter. Ferner ist folgendes zu beachten. Die große Mehrzahl der Kinder wird nur bis zum Ende des dritten Monats an der Brust ernährt, wenige bis sechs Monate, ganz vereinzelte länger. Sind diese Kinder, wenn sie mit etwa acht oder neun Monaten als rachitisch erkannt werden, als Brustkinder zu bezeichnen oder als Flaschenkinder? Da man von schwerer Rachitis nur sprechen kann, wenn ein Kind im letzten Vierteljahr des ersten Lebensjahres noch rachitische Zeichen trägt, so müßte erst der Beweis erbracht sein, daß bei Kindern, die bis zum neunten Monat ausschließlich an der Brust ernährt worden sind (natürlich ohne jede Beikost!), Rachitis nicht auftritt. Dieser Beweis fehlt nicht nur, sondern es sind sogar zahlreiche Gegenbeweise vorhanden, daß solche ausschließlich brustgenährten Kinder schwer rachitisch werden. Ich bestreite durchaus die durch nichts bewiesene Ansicht, daß die Muttermilch vor Rachitis schützt. Auch experimentell haben amerikanische und andere Untersuchungen ergeben, daß der Frauenmilch keine antirachitische Wirkung innewohnt. Eine andere Frage ist es, ob es gelingt, die Milch durch Bestrahlung der Mutter oder des Muttertieres zu aktivieren. JUNDELL hat Unterschiede im Mangel an antirachitischer Kraft von Milch von Weidekühen und von Stallkühen nicht gefunden. Ob die Bestrahlung der stillenden Mutter das Kind vor Rachitis schützt, ist zurzeit noch nicht bekannt. HESS und M. WEINSTOCK fanden, daß der Pufferfisch, ein amerikanischer Fisch, der ein dem des Dorsch an antirachitischer Wirkung fünfzehnfach überlegenen Tran liefert, durch dreimonatigen Aufenthalt im Dunkeln seine Wirkung nicht verliert, die nur von der Ernährung mit stark antirachitischen Heringen abhängt.

Wir können also vorläufig noch nicht mit der Sicherheit rechnen, durch Bestrahlung der Kuh oder der Mutter dem Kinde einen antirachitischen Schutz einzuverleiben. Es fragt sich daher, wann der Schutz durch die direkte Bestrahlung einzusetzen hat. Die Rachitis wird beim Kinde in der Regel im dritten Monat manifest. Wir finden dann in der Regel die ersten erweichten Stellen am Kopf. Nicht erörtert brauchen hier die Einwände zu werden, daß die Kraniotabes kein rachitisches Zeichen sei. Wer dauernd klinisch das Auftreten und Schwinden dieses Zeichens mit den anderen rachitischen Symptomen beobachtet hat, wird diese seltsame Anschauung ohne weiteres verwerfen. Eingehende Studien von U. FERRI (*Pediatrics*, Jahrg. 33, H. 22) beweisen demgegenüber das gemeinsame Auftreten und Schwinden der Kraniotabes mit den röntgenolo-

gischen Veränderungen. Wollen wir also schon das Auftreten dieser ersten Manifestation verhüten, so müßten wir schon in den beiden ersten Lebensmonaten bestrahlen. Das wird aber in den meisten Fällen praktisch nicht ausführbar sein. Es bleibt sich aber auch gleich, ob ein Kind bereits einen geringen Weischädel bzw. einen niedrigen P-Spiegel hat oder nicht, da Schädigungen daraus nicht erwachsen. Andererseits dürfen wir aber nach dem dritten Lebensmonat nicht mehr mit der Prophylaxe zögern, da schon bald danach sich Nachteile einstellen können. Verzögerte Zahnung, zu große Nachgiebigkeit der Wirbelsäule infolge rachitischer Muskulatur, Verringerung der Atmung mit Neigung zu Infekten sind Störungen, die sich schon im fünften und sechsten Monat bemerkbar machen können und die eine vorbeugende Bestrahlung vor diesem Zeitpunkt angeraten erscheinen lassen. Ganz besonders dringend ist es, Frühgeburten, d. h. Kinder mit einem Geburtsgewicht unter 3000 g, frühzeitig zu bestrahlen. Bei solchen Kindern ist es nötig, einen noch früheren Beginn zu wählen, da bei ihnen schon im zweiten Monat Verunstaltungen des Schädels und Brustkorbes auftreten. Man wird bestrebt sein müssen, Frühgeburten vom ersten Lebenstage an zu behandeln. Dasselbe gilt selbstverständlich von Zwillingen.

Die Dauer der Kur darf nicht zu kurz sein. Es hat sich, im Gegensatz zu früheren Anschauungen, die ich selber auch vertreten hatte, gezeigt, daß die Bestrahlung nicht sehr nachwirkend ist. Wenn man also einen Monat lang bestrahlt und dann wieder aufhört, kann man beim disponierten Kinde im Winter sicher mit einem Rückfall rechnen, der einen Monat später auftritt.

Die Durchführung der volkshygienisch durchaus zu fordernden Prophylaxe der Rachitis durch öffentliche Bestrahlung aller (nicht in Privatbehandlung stehenden) Säuglinge vom dritten Lebensmonat ab, stößt zurzeit noch auf anscheinend unüberwindliche Schwierigkeiten. Es stehen weder geeignete Räume noch Personal, noch Mittel zur Verfügung. Vor allem fehlt es auch vielfach an dem guten Willen und der Einsicht der Fürsorgebehörden einschließlich der Ärzte. Meine Forderung, die ich im Jahre 1920 aufstellte, jedes Kind prophylaktisch zu bestrahlen, ist ihrer Verwirklichung heute noch fast so fern, wie damals, trotzdem seither die Bedeutung der Ultravioletherapie durch Hunderte von Publikationen zum Gemeingut der gesamten Bevölkerung geworden ist.

Abgesehen von den dringend zu fordernden allgemeinen Massenschutzbestrahlungen sind nach oben Gesagtem insbesondere folgende Kinder besonders der prophylaktischen Behandlung zuzuführen: Kinder mit Geburtsgewicht unter 3000 g; Kinder aus Familien, in denen bereits Rachitis vorgekommen ist; Kinder in ungünstigen Wohnungsverhältnissen; Kinder mit positivem CHVOSTEKschem Zeichen; alle zwischen dem 1. Juli und 1. März Geborenen.

Prophylaxe gegen Tuberkulose

Während wir gegen Rachitis prophylaktisch behandeln müssen, weil wir wissen, daß sonst fast jedes Kind an Rachitis erkrankt, liegen bei der Tuberkulose die Verhältnisse anders. Hier wirft sich zunächst die Frage auf, ob man tuberkulosegefährdete Kinder prophylaktisch bestrahlen soll. Unter dieser Kategorie wären solche Kinder zu verstehen, die entweder aus tuberkulösem Milieu stammen, oder die, ohne manifeste klinische Zeichen, einen positiven Pirquet haben. Für beide Fälle ist die Frage zu verneinen. Einen Schutz gegen Infektion mit dem Tuberkelbazillus bietet die Bestrahlung nicht. BIRK lehnt die Notwendigkeit, Pirquet-positive Kinder zu bestrahlen, gleichfalls ab. Eine größere Gefahr, tuberkulös zu erkranken, besteht nicht für solche, im Gegenteil,

eine einmal in der Kindheit überstandene Infektion scheint einen gewissen Schutz gegen den späteren Ausbruch zu verleihen.

Anders liegt es, wenn man unter Prophylaxe die Bestrahlung skrophulöser Kinder versteht, oder solche mit schleichenden Bronchitiden, bei denen das Röntgenbild die bekannte verstärkte Hiluszeichnung und eventuell ein paar vergrößerte Drüsen zeigt, ein Zustand, den die romanische Pädiatrie mit „Prätuberkulose“ bezeichnet. Wenn hiezu noch die typische „Anämie“ vereint mit Anorexie tritt, so ist die Indikation zur Höhensonnenkur sicher gegeben. Vor allem wird man auf die wirtschaftliche Lage Rücksicht nehmen müssen, besonders die Kinder des Großstadtproletariats, bei denen ein Milieuwechsel kaum in Frage kommt, unbedingt der Bestrahlung zuführen müssen. Es muß hiebei betont werden, daß diese prophylaktische Bestrahlung auch im Sommer stattzufinden hat, da an eine wesentliche Ausnutzung der Sonne, wie sie BIER empfiehlt, nicht zu denken ist.

Prophylaxe mit Sonnenbestrahlung

Wo es aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen unmöglich ist, eine rationelle Bestrahlungsprophylaxe mit künstlichen Lichtquellen zu treiben, tritt die Frage an uns heran, wieweit mit dem vorhandenen Sonnenlicht eine wirksame Prophylaxe erreicht werden kann. In therapeutischer Beziehung habe ich den Wert der Sonne schon erörtert. Theoretisch ist in der Winterzeit und in den Gegenden des Flachlandes eine Einwirkung nicht zu erzielen. Aber gewisse praktische Erfahrungen deuten darauf hin, daß bei einigermaßen normalen, also nicht besonders rachitisch prädisponierten Kindern auch hier ein gewisser Schutz zu erreichen ist. HAMBURGER fand an der Berliner Universitäts-Kinderklinik, daß im Winter Kinder, die regelmäßig in bekleidetem Zustand, nur das Gesicht dem Tageslicht im Freien ausgesetzt, von Rachitis frei blieben. Er nimmt an, daß zur Prophylaxe schon ganz geringe Lichtmengen ausreichend seien. Wieweit diese Befunde zu verallgemeinern sind, kann ich aus eigener Erfahrung nicht bescheinigen. Ich sehe nur immer wieder Kinder mit vorgeschrittener Rachitis, von denen mir die Mutter berichtet, daß sie den ganzen Sommer hindurch im Freien und sogar in der Sonne gelegen haben. Keinesfalls ist unsere Wintersonne in der angegebenen Weise brauchbar, um beim disponierten Kinde eine Rachitis zu verhüten. In noch höherem Maße gilt dies von der Tetanie. Der Anstieg der Tetanie im Frühling ist kein Zufall. Man muß daher in der gefährlichen Jahreszeit, dem Frühling, tetaniegefährdete Kinder besonders stark bestrahlen, um die Kalkverluste des Blutes, die die ersten Bestrahlungen auslösen können, möglichst schnell zu überwinden. Man darf auch in dieser Zeit nie die sonstigen antitetanischen Maßnahmen, vor allem die Kalkmedikation, außer acht lassen. Als starke Bestrahlung kann die Frühlingssonne in der Tiefebene aber nicht bezeichnet werden und gerade ihre schwachen Reize können zu dieser Zeit geradezu gefährlich werden.

Indirekte Ultravioletttherapie

STEENBOCK und HESS machten etwa gleichzeitig die Entdeckung, daß man Ratten vor Rachitis schützen kann, wenn man die Kost bestrahlte. In langwieriger Arbeit stellte HESS fest, daß diese Wirkung der bestrahlten Substanzen an das Cholesterin und das Phytosterin gebunden sei. In letzter Zeit hat WINDAUS zusammen mit HOLTZ, HESS und POHL gefunden, daß nicht das Cholesterin selber der Träger des Lichtprinzips ist, sondern eine Verunreinigung desselben,

die er Ergosterin nannte, da sie auch im Mutterkorn enthalten ist. Durch diese letzte Entdeckung besteht die Aussicht, daß man in die Lage kommen wird, einen chemisch definierbaren Körper in minimalsten Mengen, es handelt sich bei Kindern um etwa 1 mg, zu bestrahlen und zu Heilzwecken dem Körper einzuverleiben. Bereits ist eine große Anzahl von Veröffentlichungen über verschiedene bestrahlte Milch- und andere Präparate erschienen, die durchweg die antirachitische Wirkung bestätigen. Ich selber habe ein Trockenmilchpräparat — Ultraktina — in einem Fall während drei Monaten ausprobiert, konnte mich aber trotz der guten Bekömmlichkeit dieser Trockenmilch nicht von ihrer antirachitischen Kraft überzeugen, im Gegenteil sah ich ein Fortschreiten der Kraniotabes bei dem viermonatlichen Kinde. GYÖRGY hat im Gegensatz dazu sehr gute Erfolge mit bestrahlter Trockenmilch gehabt. Derselbe berichtet nun auch über die Wirkung des Ergosterins, bei dem er bei 25 Fällen mit Vorperiode und Kontrollfällen ausnahmslos die Rachitis in kürzester Zeit zur Heilung brachte. Er gab ein Gemisch von Cholesterin und Ergosterin 1 : 1, das WINDAUS als Provitamin bezeichnet, weil aus ihm durch halb- bis einstündige Bestrahlung mit der Quarzlampe in 30 bis 40 cm Abstand in Stickstoffatmosphäre das sogenannte „antirachitische Vitamin“ erzeugen kann.

Daß es sich in Wirklichkeit nicht um einen Stoff mit Vitamincharakter handelt, geht aus diesen Versuchen klar hervor. FUNK selber hat schon in letzter Zeit den Namen „Vitasterin“ vorgeschlagen, weil es sich um fettartige Stoffe handelt. Auch diese Bezeichnung halte ich für unzutreffend. Bereits vor Jahren habe ich betont, daß es sich bei dem antirachitischen Prinzip nicht um einen Stoff, sondern um eine Energie handeln müsse. Der Vorgang der Ultraviolett-speicherung und Wiederabgabe an den Körper entspricht ganz dem Vorgang der Speicherung elektrischer Energie im Akkumulator: auch hier spielen Oxydations- und Reduktionsvorgänge die Hauptrolle. Wenn man also überhaupt einen Namen für das Ultraviolettprinzip zu schaffen für nötig hält, so sollte man es mit „Vitergine“ bezeichnen, also Kräfte, die zum Leben nötig sind, denn es ist ja nicht der Stoff — das Ergosterin —, der die antirachitische Wirkung ausübt, sondern die ihm durch die Bestrahlung einverleibte Kraft. Es ist ja auch gar nicht gesagt, daß es nicht gelingen wird, viel einfachere chemische Körper zu Trägern der U. V.-Energie zu machen. Das Wesentliche ist und bleibt eben die Ultraviolettwirkung, die bisher zu ersetzen noch nicht gelungen ist.

Es fragt sich nun, ob das neu gefundene Prinzip die gesamte Ultraviolett-wirkung in sich schließt oder nur die antirachitische Komponente. Aus den bisherigen Publikationen geht nämlich nicht hervor, ob die sonstigen Zustände, die man als allgemeine Dyskarasie bezeichnen kann, durch die bestrahlten Substanzen gebessert werden. Nach BEUMER und FALKENHEIM soll allerdings gerade die schnelle Besserung des psychischen Verhaltens der Rachitiker bei Verabreichung von bestrahlten Ergosterin auffallen. Noch mehr wäre es wichtig zu wissen, ob bei der indirekten Ultravioletttherapie die ungünstigen Nebenwirkungen, von denen wir z. B. bei der Tuberkulose gesprochen haben, ausgeschaltet werden können. Bei der Vielgestaltigkeit der Bestrahlungswirkung — Wärme, Hautreiz, Licht usw. ist allerdings nicht anzunehmen, daß alle Wirkungen in dem einen bestrahlten Stoff vorhanden sind und man kann daher vorläufig vermuten, daß nur das antirachitische Prinzip übertragen wird. Damit erweitert sich die Frage, ob die Möglichkeit vorliegt, daß die direkte Bestrahlung völlig verdrängt werden kann. Dies würde nur der Fall sein, wenn das bestrahlte Ergosterin alle Eigenschaften des U. V. in sich trüge, also auch die Steigerung des Stoffwechsels, die Blutdrucksenkung, die Hebung des Appetits, die Anregung

des Nervensystems usw. Bis diese Fragen nicht gelöst sind, werden wir der direkten Bestrahlung immer noch in allen Fällen den Vorzug geben müssen; müssen uns aber vor Augen halten, daß wir durch die Entdeckung von HESS und WINDAUS zweifellos vor einer neuen Epoche der Technik der Ultravioletttherapie stehen.

Schäden durch Ultraviolett

An solche Zufälle müssen wir besonders denken, wenn wir die möglichen Schädigungen durch die Ultraviolettbehandlung aufzählen. Den Rat KARGERS, aus diesem Grunde möglichst vorsichtig zu bestrahlen, kann ich darum nicht gutheißen. Nur energische und gehäufte Bestrahlungen schützen, in der Frühlingszeit besonders, vor dem Ausbruch tetanischer Anfälle, vor dem Manifestwerden latenter Tetanien. Sonst sind Schädigungen durch Ultraviolettbestrahlungen kaum zu befürchten. Die oft angeführte „Verbrennung“, die nur bei sehr unvorsichtiger Dosierung eintritt, ist ja unangenehm, aber durchaus harmloser Natur. Selbst bis zur Blasenbildung gesteigertes Erythem heilt meist schnell und ohne Nachteile. Einmal sah ich in der Klinik eine stärkere Verbrennung der Bauchhaut, wo nach mehrwöchigem Tragen eines Verbandes eine Stelle unvorbereitet einer sehr intensiven Bestrahlung ausgesetzt wurde. Hier blieb eine braun pigmentierte Narbe, die aber durchaus oberflächlichen Charakter hatte, längere Zeit bestehen. Dem Patienten gegenüber vergesse man nie, daß das Wort „Verbrennung“ im Deutschen zwei Bedeutungen hat, nämlich den eigentlichen Sinn und den Sonnenbrand. Ein Kind, das „schön verbrannt“ aussieht, ist etwas anderes, als ein Kind, das der Arzt „schön“ verbrannt hat. Das Publikum verwechselt bisweilen diese Bedeutungen und die Mutter, der man sagt, daß das Kind bei der Behandlung verbrennen wird, erschrickt oft heftig! Stellen, die nicht belichtet werden sollen, kann man mit einfachem Vaseline schützen. Es muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß Salben oder Hautcremes, die Extr. Hamamelis enthalten, weder während noch nach der Bestrahlung angewandt werden dürfen. Sie verstärken das Erythem oft bis zur nässenden Loslösung der Haut. — Man beobachtet zuweilen eine mehr oder weniger große Gewichtsabnahme der Kinder. Diese beruht aber meist nur auf Umstellung des Wasserhaushaltes und ist ohne jede Gefahr. Sie gleicht sich nach Aufhören der Bestrahlung schnellstens aus (MORIVAND und BERTOYE). Auf den Augenschutz wird meistens beim Kinde schon von selbst geachtet, ich habe wenigstens noch nie eine Augenentzündung beim behandelten Kinde erlebt. Wohl aber sind diese häufig bei der begleitenden Mutter oder Schwester. Diese müssen immer besonders auf die Gefährdung der eigenen Augen hingewiesen werden, da sie oft in der berechtigten Sorge um das Kind den eigenen Augenschutz vernachlässigen.

Ganz vereinzelt beobachtet man nach zu starker Bestrahlung Temperatursteigerungen, die aber stets nach einigen Stungen abklingen. In einem Fall sah ich ein scharlachartiges Exanthem mit 40° Fieber entstehen, das aber nach sechs Stunden völlig verschwunden war.

Eine Gefährdung durch den Apparat selber ist gleichfalls in Betracht zu ziehen. Obgleich mir nur ein Fall bekannt geworden ist, in dem ein Quarzbrenner während des Betriebes geplatzt ist, ohne aber Schaden anzurichten (CARTER-BRAINE, GUY's hosp. rep., 75, Nr. 4, 1925) — meist tritt dieser Zufall nach Abstellen oder beim Einschalten der Lampe ein — ist er doch immer im Bereich der Möglichkeit liegend. Man mache es sich daher zum Grundsatz, die Lampe niemals unmittelbar über das Kind zu stellen, sondern etwas seitlich, so daß im

Falle eines Bruches die glühenden Teile zur Erde und nicht auf das Kind fallen. Dasselbe gilt mutatis mutandis von den Bogenlampen und deren abfallenden Funken. Tritt einmal ein Quarzbrennerbruch während des Brennens ein, so gedenke man, daß das Wichtigste das Öffnen der Fenster ist, da die heißen Quecksilberdämpfe ungemein giftig sind. Ausschalten des Stromes ist unnötig, da dieser von selbst unterbrochen wird.

Kontraindikationen gegen die Lichtbehandlung sind nur sehr wenige. Vor allem sind leichtere Erkältungen, Temperatursteigerungen und ähnliches eher eine Indikation, als eine Kontraindikation. Nicht bestrahlen soll man die akuten Exantheme, da die Erfahrung, wie die Bestrahlung bei diesen wirkt, mangelt. Lungentuberkulose in vorgeschrittenem Stadium ist gleichfalls kein gutes Objekt und dürfte nur mit äußerst vorsichtigen Dosen behandelt werden. Ebenso nennt GLAUME progrediente hochfiebernde Peritonitiden als strikte Kontraindikation. Bei chronischen Hautaffektionen ist von Fall zu Fall zu entscheiden, Ekzeme werden durch die Bestrahlung oft verstärkt, wo dies also nicht therapeutisch erwünscht ist, unterlasse man sie. Bisweilen verlangt aber gerade die Ekzembehandlung einen verstärkenden Anreiz. Bei nervösen Kindern beobachtet man zuweilen eine initiale Verstärkung der Allgemeinerscheinungen, besonders der Schlaflosigkeit und Unruhe. Dies ist aber keine Gegenanzeige, sondern verlangt nur eine Änderung des Bestrahlungsmodus, der von kurzen intensiven zu protrahierten schwachen Belichtungen übergehen soll. Nach einer Woche verschwinden fast immer diese Zeichen und kehren sich in das Gegenteil um. Bei zu starkem Erythem setze man lieber ein paar Tage aus, da die gereizte Haut nicht gut auf das Licht anspricht.

In den jeder anderen Heilmethode gegenüber verschwindend geringen Gefahren beruht eine der Stärken der Ultravioletttherapie. Dies ermöglicht ihr ein unbeirrtes Weiterarbeiten besonders auf den Gebieten der Kinderheilkunde, ohne daß sie zu befürchten braucht, auf Widerstände zu stoßen, verursacht durch Schäden, wie sie bei der Serumtherapie, der Chemotherapie und der Röntgentherapie doch nie ganz vermeidbar sind. Die Ultravioletttherapie in der Kinderheilkunde steht erst im Anfang ihrer Erfolge. Wenn diese bisher der gesamten Lichtbehandlung die Anerkennung der wissenschaftlichen Welt erzwungen haben und sie aus einem Fach, das manche ernste Ärzte belächeln zu dürfen glaubten, zu einer der bestbegründetsten Disziplinen erhoben haben, so eröffnen gerade die Ergebnisse der jüngsten Zeit den Ausblick zu weiteren Erfolgen, und auch hier dürfte die Kinderheilkunde mit ihrer besonderen Einstellung zur Lichttherapie auch weiterhin die Führung zu übernehmen berufen sein.

Literatur

(Ausführliche Literaturangaben bis 1925 bei Manfredi und bei Peemöller.)

ADAM, A.: Inaktivierung des antirachitischen Faktors im Lebertran durch Bestrahlen mit Ultraviolettlicht. *Klin. Wochenschr.*, Jahrg. 5, H. 36. 1926. — ARMAND-DELILLE, P. F.: Le rachitisme. Sa pathogénie par carence solaire et son traitement héliomarin. *Bull. méd.*, Bd. 39, H. 22, S. 611 bis 616. 1925. — BEUMER H. und C. FALKENHEIM: Über das Ergosterin und seine antirachitische Wirksamkeit bei Säuglingen. *Klin. Wochenschr.* J. 6, H. 17, S. 798. — BIANCANI, E. und H.: Spasmophilie et tétanie, traitement par les rayons ultraviolets. *Journ. méd. franc.*, Bd. 14, Nr. 10, S. 399 bis 401. 1925. — v. BONSDORFF, A.: Einige Beobachtungen über die Bedeutung universeller Lichtbäder mit der Quarzlampe bei der Behandlung tuberkulöser Lymphome. *Acta chir. scandinav.*, Bd. 58, H. 1/6, S. 60 bis 72. 1925. — CARTER-BRAINE, J. F. und OSMAN: A note on the treatment of active rickets by the mercury-vapour

lamp. Guy's hosp. reports, Bd. 75, Nr. 4, S. 491 bis 494. 1925. — DAVIS, FRANK A.: A further study in blood chemistry and the results of ultraviolet treatement in certain tuberculous and other cases. Med. journ. a. record, Bd. 122, H. 4, S. 188 bis 192. 1925. — FALKENHEIM C. und P. GYÖRGY: Strahlenbehandlung der Tetanie. — FERRI, U.: Contributo alla terapia delle sindromi spasmodiche coi raggi ultravioletti. (Nota prev.) Policlinico, sez. prat., Bd. 32, H. 2, S. 45. — DE GENNES: Le traitement du rachitisme par la lumière. Thèse de Paris. 1924. — GIAUME, C.: Considerazione cliniche su 450 casi di peritonite tubercolare. Pediatria, Bd. 34, Nr. 1, S. 1 bis 20. 1926. — GYÖRGY und GOTTLIEB: Verstärkung der Bestrahlungstherapie der Rachitis durch orale Verabreichung von Eosin. Klin. Wochenschr., Bd. 2, Nr. 28. — GYÖRGY, P.: Rachitis und Tetanie. Jahrb. f. Kinderheilk., Bd. 102, H. 3/4. 1922. — DERSELBE: Therapeutische Versuche mit bestrahltem Ergosterin. Klin. Wochenschr., J. 6, Nr. 13, S. 580 bis 584. — GERSTENBERGER, H. J. und SP. A. WAHL: Ultraviolet ray therapy in peritoneal and glandular tuberculosis of children. Journ. of the Americ. med. assoc., Bd. 83, Nr. 21, S. 1631 bis 1637. 1924. — HALL, P.: Ultraviolet rays and the treatment of tuberculosis. Brit. journ. of tubercul., Bd. 19, Nr. 1, S. 21 bis 27. 1925. — HAMBURGER, R.: Therapie der Rachitis. Dtsch. med. Wochenschr., S. 454. 1923. — HESS, A. F. und MARGARET GUTMAN: The cure of infantile rickets by sunlight. Accompanied by an increase in the inorganic phosphate of the blood. Journ. of the Americ. med. assoc., Bd. 78, S. 29 bis 31. 1922. — HESS und MATZNER: Rickets in relation to the inorganic phosphate and calcium in maternal and fetal blood. Americ. journ. of dis. of childr., Bd. 26, S. 285 bis 289. 1923. — HESS, A. F.: The ultraviolet rays of the sun. Journ. of the Americ. med. assoc., Bd. 84, S. 1033 bis 1037. 1925. — DERSELBE: Die Verleihung antirachitischer Eigenschaften durch ultraviolette Strahlen an inaktive Flüssigkeiten und Pflanzen. Zeitschr. f. Kinderheilk., Bd. 39, H. 4, S. 395 bis 404. 1925. — ALFRED F. HESS and A. WINDAUS: The development of marked activity in Ergosterol following Ultra-Violet irradiation. Proc. of the Soc. f. Experim. Biol. a. Med. Bd. 24, pp. 461 bis 462. 1924. — HESS, A. und M. WEINSTOCK: Puffer fish oil; a very potent antirachitic; its elaboration by fish deprived of sunlight. Proc. of the foc. exper. Biol. a. Med. Bd. 23, S. 407 f. 1926. — HOLTZ, F.: Das antirachitische Vitamin. Klin. Wochenschr., J. 6, Nr. 12, S. 535 bis 536. — HULDSCHINSKY, KURT: Heilung von Rachitis durch künstliche Höhensonne. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 26. 1919. — DERSELBE: Über die Verwendung der Höhensonne in der Kinderheilkunde. Sitzung der Ges. f. inn. Med. u. Kinderheilk., 24. Nov. 1919. — DERSELBE: Die Behandlung der Rachitis durch Ultraviolettbestrahlung. Dargestellt an 24 Fällen. Zeitschr. f. orthop. Chir., Bd. 39. 1920. — DERSELBE: Die Ultraviolettherapie der Rachitis. Strahlentherapie, Bd. 11. 1920. — DERSELBE: Die Beeinflussung der Tetanie durch Ultraviolettlcht. Zeitschr. f. Kinderheilk., Bd. 26, Nr. 5. 1920. — DERSELBE: Beitrag zur Kohlenbogenlicht-Therapie der Rachitis. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie, Bd. 31, H. 1, S. 9 bis 12. 1925. — DERSELBE: Dementia rachitica. Beih. zum J. f. Rdhk., H. 14, 1926. S. Karger. — JAUBERT, L.: La cure héliomarine du rachitisme. Résultats obtenus et conclusions pratiques. Bull. de l'acad. de méd., Bd. 93, H. 23, S. 657 bis 660. 1925. — KARGER, P.: Strahlenbehandlung der Tetanie und Rezidive im Frühjahr. — KESTNER, O.: Zeitschr. f. Biol., Bd. 73, H. 1. 1923; Bd. 73/75, S. 7 und 77, S. 45. 1921. — MC. KENZIE, T. C.: The application of ultra-violet light in general practice. Brit. med. journ., Nr. 3358, S. 880 bis 881. 1925. — LASCH und WERTHEIMER: Über die Wirkung der künstlichen Höhensonne auf den Stoffwechsel. Monatsschr. f. Kinderheilk., Bd. 22, H. 2. 1921. — LESNÉ, DE GENNES, GUILLAUMIN: Étude de la phosphatémie chez les rachitiques et ses variations sous l'influence des rayons U.-V. Acad. des sciences. 1923. — L'ESTOCQUOY, CH.: Le traitement du rachitisme et de la tétanie par les rayons ultraviolets. Bull. méd., Bd. 39, Nr. 22, S. 622 bis 625. 1925. — DIESELBEN: L'action de la lumière sur les variations du calcium dans le sérum sanguin des rachitiques. Acad. des sciences. 1923. — LASCH und MIEMIETZ: Zur Kenntnis des Ablaufs einiger rachitischer Symptome unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Sonnenstrahlen. Jahrb. f. Kinderheilk., Bd. 109, S. 135 bis 149. 1925. — MACERA, J. M.:

Estudio experimental del raquitismo en ratas y accion de los radios en el raquitismo humano. *Semana méd.*, Bd. 32, Nr. 33, S. 333 bis 372. 1925. — MALTEN: Die Jupiterlampe. *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 31. 1925. — MANFREDI, MARIO: Contributo al trattamento del rachitismo colla lampada di quarzo a vapori di mercurio. *Arch. di orthop.*, Bd. 41, H. 2, S. 389 bis 407. 1925. (Ausführliches Literaturverzeichnis!) — MARFAN, DORLENCOURT, TURQUETY: Consolidation rapide du craniotabes sous l'influence des rayons U.-V. *Soc. de Pédiatrie*. Juin 1924. — DERSELBE: Rachitisme et lumière. *Presse méd.*, H. 7. 1925. — MARCHIONINI, A.: Unsere Erfahrungen mit der künstlichen Höhensonne bei Anwendung der JESONEKschen Hängelampe. *Fortschr. d. Med.*, Bd. 42, H. 20, S. 253 bis 254. 1924. — MATHIEU und FELDZER: Traitement des anémies des nourrissons par les rayons U.-V. *Bull. de la soc. de pédiatr. de Paris*, Bd. 23, Nr. 1/2, S. 43 bis 49. 1925. — MONCORVO FILHO: Sul Heliotherapia. *Arch. lat.-amer. de pediatri.*, Bd. 19, Nr. 3/4, S. 765 bis 772. 1925. — MOURIQUAND und BERTOYE: Hérédosyphilis et spasmophilie. Résultats du traitement par les rayons U.-V. *Bull. de la soc. de pédiatr. de Paris*, Jahrg. 23, Nr. 5/6, S. 223 bis 227. 1925. — DIESELBEN: De l'action favorable des rayons U.-V. sur la digestion et la nutrition des nourrissons. Ebenda, S. 235 bis 238. — DIESELBEN: Rayons U.-V. et chute pondérale. *Lyon méd.*, Bd. 136, Nr. 35, S. 243 bis 246. 1925. — MOSSE, K.: Behandlung des neurogenen Ekzems mit Höhensonne. *Dtsch. med. Wochenschr.*, Bd. 50, H. 51, S. 1802. 1924. — MULLER, HERMANN: Les rayons U.-V. et le rachitisme. *Rev. d'hyg.*, Bd. 47, H. 9, S. 827 bis 847. — PACINI, A. J.: Air cooled ultraviolet light therapie. *New Orleans med. a. surg. journ.*, Bd. 77, Nr. 8, S. 317 bis 319. 1925. — PEEMÖLLER, FR.: Biologische Lichtwirkungen beim gesunden und kranken Menschen unter besonderer Berücksichtigung der Rachitis. *Strahlentherapie*, Bd. 20. 1925. (Vollständige Literatur bis 1924, nahezu 300 Angaben!) — PERTTES, G.: Über Strahlenimmunität. *Münch. med. Wochenschr.*, S. 1301ff. 1924. — POHL, WINDAUS und HESS: Nachrichten der Gesellsch. der Wissensch. z. Göttingen. 1927. — REYHER, P.: Über den Einfluß ultravioletter Strahlen auf den C-Vitamingehalt der Kuhmilch. *Klin. Wochenschr.*, Jahrg. 5, Nr. 50, S. 2341 bis 2347. 1926. — RIEDEL, G.: *Strahlentherapie*, Bd. 12, S. 361ff. 1921. — ROTHMANN und CALLENBERG: Untersuchungen über die Physiologie der Lichtwirkungen. *Klin. Wochenschr.*, S. 1751. 1923. — SACHS, F.: Untersuchungen über den Einfluß des Ultraviolettlichtes auf die latente Säuglingstetanie. *Jahrb. f. Kinderheilk.*, Bd. 43, Nr. 3. 1920. — SAUER, P. K.: Surgical tuberculosis treated with the carbon arc lamp. *Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol.*, Bd. 42, Nr. 7, S. 270 bis 274. 1925. — SCHÖNBAUER, L.: Die chirurgische Tuberkulose in der Nachkriegszeit und ihre Behandlung mit der BACHschen Höhensonne und der KROHMAYERSchen Quarzlampe. *Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir.*, Bd. 33, H. 4, S. 405 bis 428. 1921. — TURPIN und GUILLAUMIN: A propos du traitement de la spasmophilie par les rayons U.-V. *Bull. de la soc. de pédiatr. de Paris*, Bd. 23, Nr. 5/6, S. 242 bis 249. 1925. — VALDAMERI, A.: L'Elioterapia artificiale nella tetania dell'infanzia. *Ragg. ultrav.*, Bd. 1, Nr. 4, S. 98 bis 100. 1925. — WINDAUS und HOLTZ: *Nachr. d. Gesellsch. d. Wissensch. z. Göttingen*. 1927. — WORINGER: La carence solaire dans la première enfance. *Rev. de méd.*, H. 6. 1924; *Presse méd.*, 89. 1923.

Die Lichtbehandlung der Lungentuberkulose

Von

Josef Sorgo-Wien

Die Erfolge der Lichtbehandlung sind bei chirurgischen Tuberkulosen unbestritten, ebenso bei Tuberkulose der Haut und stellen zweifellos einen der bedeutendsten Erfolge therapeutisch dar.

Hingegen besteht hinsichtlich der Heilwirkung des Lichtes auf tuberkulöse Lungenerkrankungen keineswegs eine gleiche Einmütigkeit der Beurteilung. Dies mag einerseits seinen Grund darin haben, daß die tuberkulösen Lungenveränderungen einen größeren Formenreichtum darstellen, als die äußeren Tuberkulosen und daß es darunter Formen gibt, welche erfahrungsgemäß auf Lichteinflüsse in schädlicher Weise reagieren. Dies sind namentlich die exsudativen Formen. Da aber exsudative Vorgänge histologisch wenigstens in gewissem Grade auch die proliferierenden Prozesse begleiten, so ist das Gefahrenmoment einer üblen Beeinflussung eigentlich in jedem Falle in gewissen Grenzen gegeben.

Andererseits ist das verschiedenartige Verhalten äußerer Tuberkulosen und der Lungentuberkulose auf Lichteinwirkungen gewiß auch darauf zurückzuführen, daß die verschiedenen Komponenten der Lichtwirkung auf äußere und Lungentuberkulose in qualitativ und quantitativ sehr verschiedener Weise zur Auswirkung gelangen.

Zur Erklärung der Reaktion der tuberkulösen Lunge auf ultraviolette Strahlen führen mehrere Wege teils rein empirischer, teils experimentell-wissenschaftlicher Natur.

Die Erfahrung lehrt, daß zwischen der Reaktion der tuberkulös erkrankten Lunge und dem Bestrahlungseffekt auf das Hautorgan ein unverkennbarer Zusammenhang besteht. Die Erfahrung zeigt, daß die klinisch nachweisbaren Reaktionen des erkrankten Lungengewebes in Form von Herdreaktionen und ihr thermometrischer Ausdruck, das Fieber oder die Steigerung desselben, um so deutlicher und heftiger sich abspielen, je stärker das Hautorgan auf die Bestrahlung mit einer reaktiven Entzündung antwortet, je größer die Hautoberfläche ist, die in einen solchen Entzündungszustand versetzt wird oder je häufiger durch fortgesetzte Bestrahlungen die Haut in diesen Zustand versetzt oder in demselben erhalten wird. Auch FOUBERT und MENARD machen in einer neueren Arbeit auf den Zusammenhang von Lichtschäden und Erythem bei Lungentuberkulose aufmerksam. Umgekehrt zeigt die Erfahrung, daß, wenn besonders bei eingetretener Pigmentierung dem Lichteinflusse gegenüber die Haut unempfindlich wird und nicht mehr auf die Bestrahlung durch Entzündungserscheinungen reagiert, daß dann auch die Reaktion des Lungengewebes ausbleibt und daß solche Kranke in einem solchen Zustande Bestrahlungen ohne Nachteil ertragen können in einem maximalen Ausmaße. Gesundheitliche Störungen, die auch bei genügend pigmentierten Kranken auftreten können,

nach langdauernder intensiver Sonnenbestrahlung, wie Temperatursteigerungen, Kongestionen, kardiale Zustände mit möglicher schädlicher Rückwirkung auf den Lungenprozeß, gehören nicht in das engere Gebiet der Lichtwirkung, sondern in das Gebiet der Wärmestauung. Hieher gehört auch die weitere Erfahrung, daß Menschen, die unter Sonnenbestrahlung sehr rasch und ausgiebig pigmentieren, diese Bestrahlung wesentlich besser ohne die Gefahr einer Schädigung ertragen als solche Kranke, die wenig Neigung zur Pigmentbildung besitzen. Das eben Gesagte möchte ich durch zwei ganz besonders lehrreiche Fälle bekräftigen.

Der eine Fall betraf, von meinem Assistenten Dr. WEIDINGER in der Wien. med. Wochenschr., H. 43, 1922 publiziert, ein 18jähriges Mädchen mit chronisch-kavernöser, alter Phthise, das von ihrem Arzte durch längere Zeit in kurzen Intervallen (wöchentlich zweimal) mit künstlicher Höhensonne bestrahlt wurde, so daß die Haut nach ihrer Angabe sich wiederholt in Fetzen ablöste. Mit einer solchen schälenden Dermatitis, die wir selbst beobachten konnten, wurde das Mädchen wegen plötzlich aufgetretener profuser Haemoptoe auf meine Abteilung eingeliefert. Die Haut war im Zustande der Schälung mit teilweiser Pigmentierung. Wiederholte Haemoptoe führte in wenigen Tagen zum Exitus. Die Autopsie ergab eine alte kavernöse Spitzenphthise. In den Kavernen war trotz genauester Nachforschung seitens des Obduzenten Prof. WIESNER kein blutendes Gefäß aufzufinden. Daneben bestand aber eine über beide Lungen disseminierte granuläre Aussaat jüngeren und jüngsten Datums mit einer so auffallenden hyperämischen Reaktion in der Umgebung der frischen Herde, daß der Obduzent mit voller Sicherheit die Blutung als eine parenchymatöse bezeichnete und diese seine Anschauung auch durch die histologische Untersuchung bestätigen konnte. Hier handelt es sich also um einen Fall eines Individuums, das auf die Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne mit wiederholten Dermatitisen reagierte, bei dem es unter diesem schädigenden Einflusse zu einer granulären Dissemination der Tuberkulose kam und schließlich zu einer foudroyanten Herdreaktion der jüngeren Herde mit letaler parenchymatöser Blutung.

Der zweite Fall betrifft ein 24jähriges Mädchen mit anscheinend gutartiger fibrös-kavernöser Spitzenphthise ohne Anzeichen einer Progredienz. Das Leiden machte sich dem Mädchen erst in letzter Zeit bemerkbar. Es fiel uns bei der Aufnahme die stark gebräunte Haut am Körper auf. Das Mädchen gab als Erklärung dafür an, daß es seit frühester Kindheit an alljährlich zu geeigneter Jahreszeit stundenlang nackt in der Sonne gelegen sei. Es habe seither auch in den Wintermonaten die Bräunung der Haut nie mehr ganz verloren, einen schädlichen Einfluß dieser ausgedehnten Bestrahlungen auf ihr physisches Befinden habe sie nie bemerkt, auch nicht in letzter Zeit. Eine stärkere Schälung der Haut sei nie eingetreten, eben so wenig entzündliche Reizerscheinungen. Es ist nach unserer Erfahrung über den Zusammenhang zwischen entzündlicher Hautreaktion und entzündlicher Reaktion des Lungengewebes wohl verständlich und bemerkenswert, daß bei dieser seit der Kindheit geübten Sonnenbestrahlung mit dem Effekt einer Dauerpigmentierung jede schädliche Nebenwirkung ausblieb, auch zur Zeit als der tuberkulöse Prozeß aus unbekannten Gründen sich zu entwickeln begann und bis zur Kavernenbildung fortschritt. Bemerkenswert ist es aber immerhin, daß eine seit Kindheit an in so ausgiebiger Weise vollzogene Sonnenkur die Entwicklung des kavernösen Prozesses nicht gehindert hat.

Bei Vergleich eines größeren Krankenmaterials nach dieser Richtung hin gewinnt man außerdem den Eindruck, daß Kranke mit unpigmentierter Haut und ohne Neigung, auf pigmenterzeugende Reize zu pigmentieren, viel mehr zu progredienten Verlaufsformen neigen als Menschen mit pigmentreicher Haut. sei es deshalb, weil die ersteren mangels des schützenden Pigmentes mit ihrer Haut leichter auf die verschiedensten Reize ansprechen sowohl solcher, die entzündungserregend wirken, wie das Licht und die Wärme, als solcher, die

auf dem Wege des Reflexes von der Haut aus die inneren Organe beeinflussen, wie es möglicherweise bei klimatischen Einflüssen der Fall ist, oder sei es, daß wir in der fehlenden Neigung zu pigmentieren die Teilerscheinung einer in ihrem Wesen uns unbekannten Disposition zur tuberkulösen Erkrankung, also gewissermaßen ein tuberkulöses Stigma zu erblicken haben. Auch HAUSMANN sieht in der Pigmentbildung nur ein Anzeichen der Reaktionsfähigkeit des Organismus, ohne daß das Pigment selbst am Heilungsprozeß beteiligt ist. Eine Ausnahmestellung nehmen vielleicht alte Leute ein, bei denen mit der Fähigkeit zu pigmentieren, die Haut auch die Fähigkeit verloren hat, auf Reize mit reaktiven Vorgängen anzusprechen (Entzündung und Reflexwirkung), also gewissermaßen eine senile Kachexiereaktion. Diese Sache ist vorläufig noch sehr problematisch, aber weiterer Beobachtung wert, und ich führe sie hier an, weil mich mein Assistent, Dr. WEIDINGER, auf Grund beobachteter Fälle darauf aufmerksam gemacht hat. Die einzige, bisher sichergestellte Rolle des Hautpigmentes ist der Schutz gegen die Lichtwirkung (FINSSEN), ein Schutz, der sich nach HAUSMANN auch auf die langwelligen Strahlen erstreckt.

Der empirisch festgestellte Zusammenhang zwischen Lichtwirkung, Pigmentierung, Entzündung und Reaktion der tuberkulös erkrankten Lunge ist ein Weg, der uns die Tiefenwirkung des Lichtes dem Verständnis näherbringt. Ein zweiter Weg, der uns diesen empirisch festgestellten Zusammenhang zu erklären vermag, nimmt seinen Ausgangspunkt von den experimentell-pathologischen Studien über den Verbrennungstod. Es ist durch die schönen Arbeiten von H. PFEIFFER in Graz experimentell festgestellt worden, daß bei Verbrennungen der Haut Substanzen von hoher Toxizität gebildet werden. Es ist ein gewiß erlaubter Schluß, daß solche toxische Stoffe auch bei Verbrennungen geringeren Grades, als sie experimentell zur Anwendung kamen, gebildet werden in Mengen, die für den gesunden Organismus unschädlich sind; aber bei der außerordentlich gesteigerten Empfindlichkeit des tuberkulösen Organismus auf proteinkörperähnliche Substanzen im allgemeinen und mancher besonders allergischer Individuen ganz besonders reicht der Nachweis der Bildung solcher Substanzen aus, das Reaktionsbild innerer tuberkulöser Organe zu erklären und zu verstehen.

Mit dieser Erklärung würde die Lichttherapie innerer Organe von der Haut aus sich einreihen in die Proteinkörpertherapie.

Damit soll nicht gesagt sein, daß die von dem Lichterythem ausgehende Proteinkörperwirkung jedes lichtspezifischen Charakters entbehre. Wir wissen, daß eine Reihe von Reaktionsformen des gesunden und kranken, insbesondere des allergischen tuberkulösen Organismus auf alle Proteinkörper bei entsprechender Dosierung derselben ziemlich übereinstimmend die gleiche ist. Andererseits kann es aber als feststehende Tatsache betrachtet werden, daß neben dieser Gruppenreaktion den einzelnen Proteinkörper noch eine Eigenreaktion kennzeichnet, je nach seinem chemischen Aufbau und den dadurch gegebenen Beziehungen zu Einzelorganen oder Organsystemen oder zu immunbiologischen Verhältnissen.

Die Idee einer lichtspezifischen Wirkung der entzündlichen Hautveränderung hat sich mir besonders in letzter Zeit aufgedrängt. Ich sah bei mit Sanocrysin behandelten Fällen ausgedehnte toxische Hautexantheme, teils leichter, teils schwerster Art. Obwohl es sich bei diesen Exanthenen um entzündliche Prozesse handelt, bei deren Rückbildung mit einer Resorption beträchtlicher Mengen pathologischer Entzündungsprodukte gerechnet werden mußte, sahen wir doch keinerlei Erscheinungen weder hinsichtlich des Temperaturverlaufes noch hin-

sichtlich des sonstigen klinischen Befundes, die man hätte in eine Parallele stellen können mit den Erscheinungen, die sich im Gefolge entzündlicher Lichterytheme einstellen.

Ein dritter Weg, der uns dem Verständnisse der Lichtwirkung auf tuberkulöse Lungenprozesse näherbringen kann, liegt in dem Vergleiche der Reaktionsweise des Organismus auf ultraviolette Strahlen und verschiedene andere aktivtherapeutische Maßnahmen und, was mir von ganz besonderem Interesse zu sein scheint, in dem Vergleiche der klinischen Indikationsstellung gegenüber diesen aktiven Behandlungsmethoden und Einflüssen. In letzterer Hinsicht ist es nun gewiß sehr bemerkenswert festzustellen, daß die Indikationen und Kontraindikationen für die Behandlung mit chemisch wirksamen Lichtstrahlen im allgemeinen vollkommen übereinstimmen mit den Indikationen und Kontraindikationen gegenüber anderen aktiven Behandlungsmethoden.

Hier kommen vor allem in Betracht die Allgemeinbehandlung, insofern sie das Maß der erlaubten Muskeltätigkeit des Kranken regeln soll, zweitens die spezifische Therapie mit verschiedenen Tuberkulinpräparaten und drittens die nichtspezifische Proteinkörpertherapie.

Es ist gewiß eine bemerkenswerte Tatsache, daß die Indikationskreise für jedes dieser drei Gebiete wenigstens mit dem größten Teile ihrer Fläche sich decken, und daß dieser gemeinsame Indikationsbereich vollständig übereinstimmt mit dem Indikationsbereiche für ultraviolette Lichtbehandlung bei Lungentuberkulose. Dies ist darin begründet, daß allen genannten therapeutischen Faktoren eine bedeutsame klinische Reaktionsform gemeinsam ist, nämlich die Fähigkeit, kongestive und entzündliche Vorgänge in der Umgebung des tuberkulösen Herdes, eine sogenannte Herdreaktion auszulösen.

Die Tatsache, daß tuberkulöse Lungenherde auf Lichtbestrahlungen mit einer dem Bestrahlungsreiz adäquaten Stärke in Form einer Herdreaktion reagieren können, steht klinisch außer Zweifel. Ebenso die Tatsache, daß eine solche Herdreaktion in engster Abhängigkeit steht von dem Entzündungsreiz, den das Licht auf die Haut ausübt, von der Stärke der Entzündung und von der Ausbreitung derselben und ebenso von der Häufigkeit derselben. Gleichermaßen steht es außer Zweifel, daß, wenn eine genügende Pigmentierung der Haut den Entzündungsreiz des Lichtes schwächt oder aufhebt, die Herdreaktion ausbleibt. Und endlich steht es außer Zweifel, daß es für das Auftreten einer Herdreaktion ziemlich irrelevant ist, an welcher Stelle des Körpers der Entzündungsreiz gesetzt wurde.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Wirkung des Lichtes auf die inneren Organe des Körpers auf dieselbe Weise zu erklären wie auf ganz oberflächliche Krankheitsherde. Diese Theorie der direkten Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes stützt sich hauptsächlich auf die Experimente von LEVY und GASSUL. Diese Experimente sind durchgeführt an Mäusen, also an kleinen Tieren mit außerordentlich dünner Haut, bei denen eine Penetranz auf innere Organe immerhin im Bereiche der Möglichkeit liegt, ohne daß daraus Schlüsse auf den Menschen gezogen werden dürfen. Die Versuche sind außerdem durchgeführt mit einer Methodik, die jeden Vergleich mit der Therapie am kranken Menschen ausschließt. Bestrahlungen von 2 bis 18 Stunden bei Mäusen erlauben keinen Rückschluß auf den Wirkungsmechanismus therapeutischer Bestrahlungen bei kranken Menschen. Der Umstand, daß bei den Versuchen LEVYS bei den bestrahlten Mäusen auch bei intakter Haut hyperämische Veränderungen in Leber und Niere mit Rundzelleninfiltrationen zu finden waren, können unter diesen Umständen keineswegs als Beweis für eine Tiefenwirkung des ultravioletten Lichtes

aufgefaßt werden. Bei einer derartig langen Bestrahlungsdauer muß im Gegenteil mit der gleichzeitigen Wirkung der leuchtenden Wärmestrahlen gerechnet werden, deren größere Penetranz durch die Gewebe von C. SONNE einwandfrei nachgewiesen ist. Die von diesem Autor festgestellte Penetranz leuchtender Wärmestrahlen bis zu 0,5 cm kann bei Mäusen besonders bei langer Bestrahlungsdauer ohneweiters ausreichen, die von LEVY und GASSUL gefundenen histologischen Veränderungen an den inneren Organen dieser kleinen Versuchstiere zu erklären. Daß die Veränderungen an den dem Lichte zugekehrten Organen stärker ausgeprägt waren, ist unter diesen Voraussetzungen auch nicht auffällig. Wenn also GASSUL bezüglich der von mir vertretenen indirekten Tiefenwirkung des Lichtes sagt: „Letztere ist in den meisten Fällen hypothetischer Natur und wird dort angenommen, wo man eine direkte Tiefenwirkung nicht nachweisen kann. Man versucht also eine unbekannte Größe durch eine zweite zu ermitteln“, so kann man, wenn man die bisher erörterten klinischen Erfahrungstatsachen zugrunde legt, wohl mit weitaus größerem Recht obige Sätze GASSULS der Theorie der direkten Tiefenwirkung entgegenhalten. Auch LOREY lehnt diese Hypothese ab.

Wenn ich auch auf Grund des zwingenden klinischen Beweismateriales der Überzeugung bin, daß für tuberkulös erkrankte innere Organe, insbesondere der Lungen, der durch das Licht gesetzte Entzündungsreiz der Haut ein Medium darstellt, durch welches das Licht auf die tuberkulöse Lunge höchst aktive indirekte Wirkungen entfalten kann und obgleich ich außer Zweifel bin, daß wenigstens alle mehr weniger akuten Schädigungen (Fieber, Herdreaktion, Hämoptoen) auf diesen Zusammenhang beruhen, möchte ich doch nicht der Meinung sein, daß damit die mögliche Wirkung des Lichtes auf die Tuberkulose innerer Organe erschöpft sei. Es kommen noch andere Möglichkeiten der indirekten Lichtwirkung in Betracht, wenn auch anscheinend nicht von der gleichen klinischen Bedeutung. Zunächst wäre an die Möglichkeit einer lichttherapeutischen Bedeutung des Pigmentschwundes zu denken (JESONEK). Dieser Autor nimmt an, daß das Pigment in gelöster unsichtbarer Form weggeschafft werde und im Körperinnern Heilwirkungen entfalte. Gewiß hat HAUSMANN recht, wenn er dies nur als eine Annahme bezeichnet, aber diese Annahme liegt nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit. Das oft ungemeine Wohlbefinden gutpigmentierter Menschen, die täglich stundenlang nackt in der Sonne verbringen und die ausgesprochene Heilungstendenz tuberkulöser Lungenprozesse bei solchen Menschen könnte immerhin mit der andauernden Wirkung sich resorbierenden und immer wieder sich erzeugenden Pigmentes in Zusammenhang gebracht werden. BANG meint daß unter dem Einflusse des Lichtes nur schädliche Stoffe ausgeschieden werden und in unschädliches Pigment umgewandelt werden. Natürlich liegt in alledem vorderhand nichts beweiskräftiges.

Ein weiterer möglicher Weg läge in der Reflexwirkung. Die anregende und tonische Wirkung des roten und ultraroten Lichtes und die sedative hemmende und schmerzstillende Wirkung des violetten und ultravioletten Lichtes auch ohne entzündliche Mitbeteiligung der Haut läßt an solche Fernwirkungen denken. BRUSTSTEIN hat im KELLOGSchen Lichtbade auf die assoziativ-motorischen Reflexe eine Steigerung im farblosen und eine Herabsetzung im monochromatischen Lichte beobachtet. Dies setzt eine große Empfindlichkeit der Nervenendigungen der Haut für das ultraviolette Licht voraus und da möchte ich besonders auf die Möglichkeit einer von den Nervenendigungen der Haut ausgehenden Reflexwirkung auf das Splanchnikusgebiet hinweisen, die zu einer ganz bedeutsamen Änderung der Blutverteilung im Organismus führen könnte,

über deren Rückwirkung auf tuberkulöse Lungenprozesse vorderhand wohl auch nur hypothetische Meinungen möglich wären.

Durch denselben Mechanismus der geänderten Blutverteilung könnte auch die ein Hauterythem monatelang überdauernde Erweiterung der Hautkapillaren (FINSSEN) wirken, einen Zustand, den HASSELBALCH mit Recht als verringerten Tonus bezeichnet. Damit im Zusammenhange steht auch die von demselben Autor und von LENKEI und STEVEN nachgewiesene langandauernde Blutdrucksenkung nach abgeschlossener Lichtbehandlung. Wie solche Lichtwirkungen sich therapeutisch äußern, ist außer auf hypothetischem Wege vorderhand nicht zu beantworten. All diese Möglichkeiten der Lichtwirkung könnten sich außerdem in einer individuell ganz verschiedenen Weise auswirken, je nach der disbezüglichen Veranlagung des Einzelindividuums. In alledem liegt daher wohl Anregung für weitere wissenschaftliche Arbeit, aber kein Leitmotiv für praktisch-ärztliches Handeln. Dieses Leitmotiv kann nach dem heutigen Stande unserer Erfahrung für den Lungentherapeuten nur gegeben sein in dem erwiesenen Zusammenhange zwischen der entzündlichen Lichtwirkung auf die Haut und der Reaktion der erkrankten Lunge auf dieselbe.

In dem Buche von HUGO BACH findet sich ein bemerkenswertes Beispiel, das ich wörtlich zitieren will: „Regelmäßige Bestrahlungen zwei- bis dreimal wöchentlich während eines Jahres bis 30 Minuten Dauer, 30 bis 50 cm Lampenabstand einer 1500kerzigen Lampe bei einem 34jährigen Herrn mit vorgeschrittener Lungentuberkulose, der wiederholt Lungenblutungen gehabt hatte. Abwechselnde Bestrahlungen der Vorder- und Rückseite des Rumpfes. Kopf und Augen geschützt. Hautreaktion normal. Die Bestrahlungen werden oft so stark gewählt, daß sich Blasen bildeten. Die Haut schälte sich wiederholt und bräunte sich stark. Seit den Bestrahlungen trat nie mehr Lungenbluten ein. Patient fühlt sich seit den Bestrahlungen frisch, sein Lungenleiden und Allgemeinbefinden haben sich wesentlich gebessert. Die Rasselgeräusche auf der kranken Lunge sind geschwunden. Patient setzt die Bestrahlungen fort.

Dieser Fall zeigt deutlich den Nutzen der Bestrahlungen bei Lungentuberkulose und wird besonders deshalb als Beispiel angeführt, weil seit den Bestrahlungen keine Lungenblutungen wieder auftraten. Neigung zu Lungenblutungen ist demnach keine Gegenindikation für Bestrahlungen.“

Aus diesem Falle möchte ich schließen, daß es sich um eine ausgeheilte, nicht mehr reaktionsfähige, fibrös-kavernöse Lungentuberkulose handelte mit zeitweisen Blutungen aus aneurysmatisch erweiterten Ästen der Pulmonalarterie. Wenn das Aufhören der Blutungen im Verlaufe der Bestrahlungen nicht auf eine zufällige zu gleicher Zeit eingetretene Thrombosierung der betreffenden Äste zurückzuführen war, sondern mit der Bestrahlung in einem ursächlichen Zusammenhang stand, so müßte sich, um diesen Zusammenhang zu erklären, eine der zuletzt angezogenen Hypothesen aufdrängen --- Entlastung des Lungenkreislaufes durch geänderte Blutverteilung infolge der Hypotonie der Hautgefäße, vielleicht auch jener des Splanchnikusgebietes. Jedenfalls aber ist ein solcher und so behandelter Fall für den Therapeuten ein glücklicher Zufall, aber kein therapeutisches Verdienst. Daß eine Tuberkulose so abgeheilt ist, daß sie sich im Stadium einer vollständigen Reaktionslosigkeit befindet und eine derartige Behandlung ohne Nachteil dauernd verträgt, läßt sich in keinem Falle auch nur mit Wahrscheinlichkeit vorausbestimmen.

Im allgemeinen werden wir also sagen können, daß hinsichtlich der schädlichen Wirkung die Lichtentzündung der Haut der maßgebendste Faktor ist, von welchem der Arzt Indikationsstellung und Methodik abhängig machen muß.

KISCH legt der gleichzeitigen Wirkung der Wärmestrahlen sowohl bei Sonnenbestrahlung als auch bei Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen eine große Bedeutung bei, und zwar wegen der auch durch SONNE nachgewiesenen größeren Fähigkeit der Penetranz. Auf diese Weise ist gewiß bei äußeren Tuberkulosen eine direkte Beeinflussung des Krankheitsherdes auch durch die hyperämisierende Wärmestrahlung möglich, bezüglich innerer Organe, wie die Lungen, auf dem Wege einer indirekten Wirkung. Tiefenwirkungen bis auf 2,5 cm, bis auf den Knochen reichend, dürften wohl nur da möglich sein, wo die Wärmestrahlen tuberkulös erkranktes gefäßloses oder gefäßarmes Gewebe durchdringt. Bei normalem Gewebe wird man wohl annehmen dürfen, daß der größte Teil der eindringenden Wärme durch das Blut absorbiert und weggeschwemmt wird und eine Tiefenwirkung von 0,5 cm, wie sie von SONNE bei strahlender Wärme leuchtender Körper nachgewiesen wurde, dürfte bei Bestrahlung normaler Haut wohl als das praktische Maximum angenommen werden können. Dennoch liegt auch unter diesen Umständen eine indirekte Wirkung auf innere Organe auf dem Umwege der durch die Wärmestrahlung bewirkten hyperämisch-entzündlichen Hautveränderungen im Bereiche der Wahrscheinlichkeit. Auch die Raschheit und Stärke der Hautpigmentierung scheint durch den gleichzeitigen Einfluß ultraroter Strahlen wesentlich beeinflußt zu sein, wofür die Erfahrungen bei Verwendung der wärmearmen künstlichen Höhensonne im Vergleiche zum wärmereichen Sonnen- und Kohlebogenlicht sprechen. Eine klinische Gleichstellung des Wärmeerythems und des Lichterythems der Haut in ihrer indirekten, durch die Verbrennungstoxine bedingten Wirkung auf die tuberkulöse Lunge wäre aber meiner Ansicht nach nicht berechtigt, obgleich die Verbrennungstoxine hauptsächlich nach thermischen Verbrennungen nachgewiesen sind. Eine solche Annahme wäre hauptsächlich deswegen nicht gerechtfertigt, weil das Wärmeerythem wegen seiner unmittelbaren Wirkung auf die Haut und des fehlenden Latenzstadiums (L. FREUND) leicht in zulässigen Grenzen gehalten werden kann und nie jene klinischen Überraschungen bietet wie das photochemische Erythem mit seinem ausgesprochenen Latenzstadium. Die Schädigungen durch giftige Autoproteine dürften daher wohl hauptsächlich durch das letztere bedingt sein. Doch kann die gleichzeitige Wärmestrahlung insofern von Bedeutung sein, als sie durch ihre hyperämisierende Wirkung den Lichteffekt steigert (HAUSMANN, SOBOTKA).

Indikationen

Meine Auffassung, wenigstens der gefährlichen Lichtwirkung auf die tuberkulös erkrankte Lunge als einer durch die Hautentzündung vermittelten toxischen Autoproteinkörperwirkung, stellt auch die Indikation und Methodik zur Lichtbehandlung nicht nur empirisch sondern auch theoretisch wissenschaftlich auf festen Grund und Boden. Die theoretischen Schlußfolgerungen stehen mit der Empirie in vollem Einklang, was ohne die Beweiskraft der theoretischen Grundlage wohl nicht gut verständlich wäre. Aus Theorie und Praxis ergibt sich die Ausschließung aller Fälle von dieser Behandlung, bei welchen wegen bereits vorhandener entzündlich-exsudativer Prozesse eine Steigerung derselben auf dem Wege einer Hautreaktion ein selbstverständliches Gefahrenmoment bilden würde. Im allgemeinen wird man daher sagen können, daß fieberhafte Prozesse kein geeignetes Objekt für diese Behandlung darstellen. Als im allgemeinen ungeeignet werden sich auch solche Fälle ergeben, die sich noch als klinisch labil erweisen und auf verschiedenste Einflüsse hin leicht mit Temperatursteigerungen reagieren.

Je weniger stationär und temperaturfest der Fall ist, um so größere Aussicht ist bei Anwendung der Lichtbehandlung geboten.

Als geeignet erweisen sich im allgemeinen, um einige Autoren zur Bekräftigung zu zitieren:

Nur fieberlose Fälle im Beginne der Erkrankung (CH. ACHARD).

Nur stationäre, zur Latenz neigende nodöse und zirrhotische Formen; exsudative Formen sind ausgeschlossen. Die Behandlung muß Heilstätten vorbehalten bleiben, ausgenommen Nachkur und Prophylaxe (RIEKMANN).

Geeignet sind aussichtsreiche, aber langsam verlaufende Fälle der Lungentuberkulose, aber nicht aktiv fieberhafte (HUDSON);

und stationäre und zur Latenz neigende zirrhotische, bzw. nodös-produktive Formen (FECHT).

BACMEISTER warnt vor der Anwendung der Lichtbehandlung bei progredienten und zu Zerfall neigenden Formen; G. SCHRÖDER schließt andere als fibröse Prozesse wegen der Kongestion um den tuberkulösen Lungenherd aus; KLARE hat bei allen, nicht fiebernden Lungenkranken nie eine Schädigung gesehen, insbesondere keine Haemoptoe; KOCK hinwiederum gibt Beispiele dafür, daß auch latente und gutartige Prozesse durch überdosierte und ungewohnte Sonnenbäder sehr verschlechtert werden können (Temperaturerhöhung, frische Aussaat, Aktivierung stationärer Prozesse, protrahierte Blutungen.)

Die Verhältnisse liegen also hier ähnlich wie bei der Tuberkulintherapie und nicht spezifischen Proteinkörpertherapie; je zirrhotischer der Prozeß, um so größere Dosen werden ohne Schädigung vertragen, je mehr die exsudative Komponente in den Vordergrund tritt, um so größer wird die Gefahr der Schädigung auch bei vorsichtigster Dosierung, je labiler der Fall und je mehr die Temperatur zu Ausschlägen neigt, um so schonender und tastender muß die Behandlung durchgeführt werden.

Die Indikationsstellung einer Lichtbestrahlung bei vorausgegangener Haemoptoe oder bei Leuten, die erfahrungsgemäß zu Haemoptoen neigen, ist nicht von der Tatsache der Haemoptoe als solcher abhängig, sondern von der Ursache derselben. Fieberlos verlaufende kavernöse Blutungen aus alten Aneurysmen der Pulmonalarterie geben meines Erachtens keine Kontraindikation ab, ja es könnte sogar in solchen Fällen alter stationärer Kavernen eine Entlastung des Lungenkreislaufes durch die Hyperämisierung der Haut und die mögliche reflektorische Füllung des Splanchnikusgebietes günstig wirken (vergleiche den zitierten Fall von BACH). Auch Stauungsblutungen können auf diese Weise günstig beeinflußt werden. Hingegen müssen alle Blutungen infolge einer entzündlichen Kongestion schlechtweg als Kontraindikation für jede Lichtbehandlung betrachtet werden. Die Indikationsstellung deckt sich also hier mit der der ätiologischen Diagnose, die in manchen Fällen möglich, in anderen Fällen unmöglich oder unsicher ist. In unklaren Fällen ist das Leitmotiv *primum non nocere*.

Wenn auch oben angeführte, der Literatur entnommene Indikationsstellungen in diesem Sinne ein gewisses Maß von Übereinstimmung erkennen lassen, so lassen sie doch andererseits auch wieder ganz auffallende Unterschiede erkennen in der Bewertung der möglichen Schädigungen; man vergleiche nur KLARE und KOCK. Man begegnet aber noch viel weiter gehenden Differenzen. SCHNÜRER, ein sehr vorsichtiger Lichttherapeut, der eine noch zu besprechende Methodik allmählicher Angewöhnung an das Sonnenlicht übt und fiebernde Kranke erst durch Bettruhe zu entfiebern trachtet, ehe er sie der Sonnenbestrahlung aussetzt, sagt, daß subfebrile Temperaturen keine Kontraindikation

bilden, ebenso wenig pneumonische Prozesse, kavernöse Prozesse und vorausgegangene Blutungen, während anderseits HOFFNER seine und die Erfahrungen anderer Beobachter dahin zusammenfaßt, daß die Anwendung der Sonne bei Lungentuberkulosen nur schädlich und daher unter allen Umständen auszuschalten sei. Diese Divergenz der Meinungen spiegelt auch die Mitteilung HEUSNERS wieder, wonach von 155 Heilanstalten 59 keine Einrichtung für Strahlentherapie (1918) besaßen, und die Umfrage LIEBES an 55 Heilstätten mit dem Ergebnis, daß in 22 derselben Sonnentherapie getrieben wird, 21 nicht einmal ein Luftbad hatten und 30 die Antwort schuldig blieben.

Wenn in der Bewertung und Anwendung eines Heilmittels wie das Licht trotz überreicher praktischer Erfahrung noch so weitgehende Differenzen in den Anschauungen möglich sind, muß dies bestimmte Gründe haben.

Die Gründe hiefür sind im wesentlichen dreifacher Art: 1. Die Sonne als natürlicher Heilfaktor gibt jedem Kranken die Möglichkeit, dieselbe ohne ärztliche Verordnung eigentherapeutisch anzuwenden. Selbstverständlich immer in Form einer Überdosierung infolge der von Naturtherapeuten angepriesenen, allein seligmachenden Wirkung des Sonnenlichtes und in Unkenntnis der oft ganz gegensätzlichen Reaktion eines gesunden und eines kranken Organismus auf denselben Reiz. Die Schädigungen durch eine solche Selbsttherapie sind sicher ganz ungemein schwer und häufig, besonders, wie BACMEISTER hervorhebt, nach stundenlangem Liegen an der Sonne an den ersten schönen Frühlingstagen oder nach längeren trüben Witterungsperioden. Der Arzt, der solche Schädigungen sieht, bei Patienten, die er mit einer leichten, gutartigen Affektion aufs Land geschickt hat, kann von solchen Ereignissen leicht einen abschreckenden Eindruck gewinnen. Die Ärzte sind an solchen Ereignissen keineswegs schuldlos. Sie schicken die Kranken auf das Land, ohne den Kranken eingehende Verhaltensmaßregeln zu geben und überantworten sie damit einerseits der suggestiven Überschätzung des klimatischen Heilfaktors und anderseits ihrem eigenen Urteile. So schädigt sich der eine Kranke durch eine selbstdosierte Sonnenbestrahlung, der andere durch zuviel Körperbewegung bei aktivem und fieberhaftem Verlauf, ein dritter durch andere Unzweckmäßigkeiten, deren Bedeutung er nicht kennt, weil ihn niemand darauf aufmerksam gemacht hat. Die abfälligen Urteile über die Sonnenbehandlung, die man in der Literatur findet, sind durch die Eigenerfahrungen der Kranken, die sie ihrem Arzte mitteilen, sicher zum großen Teile mitbestimmt.

2. Ein zweiter Grund, der die Divergenz der Urteile erklärt, liegt gewiß darin, daß die Wirkung der verschiedenen Lichtquellen nicht streng auseinander gehalten wird. Der eine Arzt arbeitet nur mit künstlichem Licht, die Erfahrungen des anderen sind geschöpft aus dem Einflusse des Sonnenbades und beide übertragen ihre Erfahrungen auf das ganze Gebiet der Lichttherapie. Das ist natürlich unzulässig. Denn die künstliche Lichtquelle ist von der natürlichen Lichtquelle der Sonne in ganz wesentlichen Punkten verschieden. Einmal dadurch, daß sie als eine relativ konstante Kraftquelle gewertet werden kann, gegenüber der nach Tages- und Jahreszeiten, Ortslage und meteorologischen Verhältnissen in weiten Grenzen schwankenden Wirkung des Sonnenlichtes. Die künstliche Lichtquelle gestattet eine Exaktheit der individuellen Dosierung, wie sie wenigstens unter den Verhältnissen der Praxis bei der Ausnützung des Sonnenlichtes nicht möglich ist. Längerdauernde Bewölkungszeiten entöhnen den Kranken wieder und zwingen den Arzt, die Behandlung wiederum von vorne zu beginnen. Daher hat auch SCHNÜRER empfohlen, zu solchen Zeiten durch künstliche Bestrahlung die Lichtgewöhnung des Kranken zu erhalten. Ander-

seits ist die künstliche Lichtquelle ein ausschließlich in die Hand des Arztes gegebenes Heilmittel und kann nie eigenmächtig von dem Kranken gesundheitlich mißbraucht werden wie das Sonnenlicht. Daß auf so verschiedener Basis gewonnene Erfahrungen nicht so ohneweiters verglichen werden können, liegt auf der Hand. Man darf die Schädigungen durch eigenmächtig überdosierte Sonnenbäder nicht mit einer Sonnenbehandlung verwechseln (KLARE), man darf aber auch die Unvollkommenheiten, die in der lichttherapeutischen Ausnützung des Sonnenlichtes bei der Behandlung der Lungentuberkulose begründet sind, nicht ohneweiters auf künstliche Lichtquellen übertragen.

3. Eine dritte Quelle für gegensätzliche Ansichten und Erfahrungen liegt aber zweifellos auch in dem die Methodik der Behandlung beeinflussenden verschiedenartigen Anschauungen über die Theorie der Lichtwirkung. Zu welchen praktischen Mißgriffen die Theorie der direkten Lichtwirkung auf innere Organe führen müßte, wurde bereits erwähnt. Es ist mit manchen anderen Theorien nicht viel besser. So z. B. mit der Theorie der günstigen Wirkung auf entzündliche Lungenprozesse infolge Entlastung des Lungenkreislaufes durch die Hyperämie der Haut. Von diesem Gesichtspunkte aus empfehlen KOCK und BACMEISTER die Anwendung dieser Therapie besonders bei trockenen, bronchitischen Prozessen. Es fragt sich nun, warum man von diesem Gesichtspunkte aus nicht auch bei exsudativen Prozessen der Lungentuberkulose diese Therapie in Anwendung bringen sollte, und es ist anderseits wohl anzunehmen, daß von dieser theoretischen Voraussetzung aus die Lichttherapie fieberhafter exsudativer Formen der Lungentuberkulose schon sehr oft vorgenommen worden sein dürfte. Es ist dabei ganz individuell, inwieweit der Erfahrungsinstinkt des einzelnen Arztes einem solchen theoretischen Exzeß das Gegengewicht zu halten vermag. Die Empfehlung KOCKS und BACMEISTERS ist, soweit es sich um nichttuberkulöse bronchitische Prozesse handelt, ohneweiters zu unterstützen und gegen die Erklärung der günstigen Wirkung durch Entlastung des Lungenkreislaufes durch die Hauthyperämie wüßte ich nichts einzuwenden. Aber das Versagen von Theorie und Praxis bei der Lichtbehandlung fiebernder exsudativer Prozesse beweist doch, daß diesem Einflusse andere von weit überragender Bedeutung entgegenstehen. Zunächst ist bei dieser Erklärung die Wirkung des harmloseren, ableitend wirkenden Wärmeerythems von dem eigentlichen Lichterythem mit seiner ausgesprochenen entzündlichen Wirkung nicht auseinandergehalten. Das letztere mag bei nichttuberkulösen Bronchitiden bedeutungslos sein, die Heilung sogar unterstützen, ist aber erfahrungsgemäß bei allen tuberkulösen Prozessen, die geneigt sind, auf äußere oder innere Reize mit einer Steigerung der Kongestion oder Entzündung zu antworten, der ausschlaggebende Faktor.

Da es bekannt ist, daß eine Lymphozytose und eine Rechtsverschiebung des ARNETHschen Blutbildes prognostisch günstig zu werten ist, versucht FECHT, die Reaktion des Blutbildes nach einer dreiwöchentlichen Probebestrahlung als Maßstab für die Eignung oder Nichteignung des Falles zu verwerten.

Normalerweise enthält das menschliche Blut an neutrophilen Leukozyten 4% stabkernige und 63% segmentkernige, keine Jugendformen und keine Myelozyten, also keine Zellen mit einfacheren, wurst-, bohnen- oder kugelförmigen Kernformen. Treten solche Formen auf und vermindert sich gleichzeitig die Zahl der ausgereiften Zellen, also der segmentkernigen und der stabkernigen, so spricht man nach ARNETH von einer Verschiebung des neutrophilen Blutbildes nach links. Diese Linksverschiebung beobachtete ARNETH bei den meisten infektiösen oder toxischen Krankheiten. Das Fehlen der Linksverschiebung und ein nach rechts orientiertes normales Blutbild sind also prognostisch günstig zu werten.

Fälle, in denen das Blutbild keine Linksverschiebung zeigt, erweisen sich nach FECHT als geeignet zur Bestrahlung und in diesen Fällen erfährt auch das Allgemeinbefinden, wenn auch mitunter nachhinkend, eine gleichsinnige Beeinflussung; Fälle, bei denen die Lymphozytose ausbleibt und das ARNETHsche Blutbild sich nach links verschiebt, vielleicht sogar eine Neutrophilie eintritt, werden durch die Bestrahlung schlecht beeinflusst. Dem kann man ohneweiters zustimmen. Aber nicht zustimmen kann man der Methodik der Probebestrahlung und den Ansichten, welche FECHT dazu äußert. Die Probebestrahlung, wie sie FECHT vornimmt, bezweckt, eine möglichst kräftige Hautreaktion zu erzielen, „da gerade darin ein wichtiges Moment zu erblicken ist die gelegentlich dabei auftretenden Hautverbrennungen zweiten Grades sind gegenüber dem günstigen therapeutischen Effekte belanglos und heilen unter Borsalbenbehandlung schnell ab.“

FECHT nimmt zur Probebestrahlung nur Ganzbestrahlungen vor. Als erste Bestrahlung je drei Minuten Vorder- und Rückseite, dann sofort Steigerung auf je 10, 20 und 30 Minuten im Abstände von zwei bis drei Tagen.

FECHT selbst sagt, daß bei exsudativen Formen und offenen Prozessen mit Kavernenbildung auch die Probebestrahlung nicht harmlos sei und eine wesentliche Verschlimmerung auslösen könne, was angesichts dieser Methodik nicht verwundert. Es drängt sich daher bei allen Fällen seiner Gruppe III (hämatologisch schlecht beeinflusste Fälle) der Gedanke auf, daß diese Fälle vielleicht nicht von vornherein ungeeignet waren, sondern unter dem Einfluß der zu brüsken Bestrahlung ungünstig reagierten. Eine diagnostische Prüfung darf nie Schaden verursachen. Es wird daher auch eine Probebestrahlung nur in therapeutisch indizierter Weise stattfinden dürfen und daß dabei das hämatologisch zu erwartende Resultat zeitlich später in Erscheinung tritt, spielt keine Rolle gegenüber dem Vorteile der Vermeidung gefährlicher Reaktionen. Daß durch eine energische Erythemdosis bei manchen Individuen eine Bräunung der Haut schneller und energischer erfolgt, ist richtig; aber es wäre verfehlt, diese im allgemeinen als günstig zu wertende intensive Pigmentierung rasch erzwingen zu wollen, auf die Gefahr hin, den Kranken zu schädigen.

Methodik

Aus dem Vorstehenden ergibt sich die Methodik eigentlich von selbst. Auch klinisch anscheinend geeignete, gutartige, zur Zirrhose neigende Fälle müssen vom Anfang an mit großer Vorsicht bestrahlt werden, da die individuelle Reaktionsfähigkeit von vornherein sich nicht bestimmen läßt. Unter allen möglichen indirekten Wirkungen des Lichtes auf innere tuberkulöse Organe ist die auf dem Wege der Hautentzündung sich abspielende Wirkung die am einwandfreiesten festgestellte, am leichtesten erfaßbare und, so weit wir heute wissen, auch die ausschlaggebendste. Daraus folgt, daß es vor allem wichtig ist, für eine bestimmte Lichtquelle zu einer gegebenen Zeit die Erythemdosis für den betreffenden Kranken festzustellen, d. h. jene Dosis, die eben hinreicht, in einer bestimmten Zeit ein eben merkbares Erythem zu erzeugen. Diese Erythemdosis kann empirisch leicht festgestellt werden, wenn man die betreffende Lichtquelle (bei künstlichen Lichtquellen in einem bestimmten Abstände) auf eine kleine Hautfläche unter Abdeckung der übrigen Haut anfänglich kurze Zeit — ein bis drei Minuten — einwirken läßt und bei negativem Ausfalle die Belichtung immer wieder an einer anderen Stelle steigert bis zur deutlichen, eben erkennbaren Erythembildung.

Diese Dosis hätte als maximale Anfangsdosis zu gelten für die therapeutische Bestrahlung größerer Hautbezirke des Stammes. So weit die Tätigkeit des praktischen Arztes in Betracht kommt, läßt sich die Erythemdosis in der angegebenen Weise mit praktisch hinreichender Brauchbarkeit für den verständigen Arzt feststellen. Andererseits würde die allgemeine Einführung von Meßinstrumenten in die lichttherapeutische Praxis den großen Vorteil haben, den praktischen Ärzten die Tatsache im Bewußtsein zu halten, daß die Einwirkung des Lichtes auf den kranken Organismus ein keineswegs gleichgültiger und in strengster Weise zu dosierender Eingriff ist.

Besonders bei Verwendung des Sonnelnichtes, das nach Jahres- und Tageszeiten, Lage des Ortes und meteorologischen Verhältnissen von ungemeiner Variabilität ist und daher nicht gestattet, die zu einer bestimmten Zeit ermittelte Erythemdosis als Maßstab für weitere Bestrahlungen zu verwenden, ist die Anwendung derartiger Meßinstrumente und die wiederholte Überprüfung des Kranken mit solchen Instrumenten wohl äußerst zweckmäßig. Solche Meßinstrumente sind angegeben von ROUSCH, ZOLTAN, FINKENRATH, KELLER und GASSUL, um die einfachsten zu nennen.

Man kann ein solches Meßinstrument sich selbst sehr leicht in einfacher Weise herstellen, indem man in schwarzes Papier eine Anzahl von kleinen Ausschnitten schneidet, die Schablone auf die zu prüfende Hautstelle auflegt und die einzelnen Ausschnitte verschieden lang belichtet und dabei beobachtet unter welchem Ausschnitte die angewandte Belichtungszeit bei einem bestimmten Abstand der Lichtquelle hinreichte, ein eben merkbares Erythem zu erzielen. Dieses Erythem wäre gewissermaßen als individueller Reaktionswert des Kranken aufzufassen. Wenn dabei über anderen belichteten Ausschnitten der Schablone stärkere Hautentzündungen sich entwickeln, ist von diesen infolge der Kleinheit des bestrahlten Hautbezirkes eine Gefährdung nicht zu erwarten.

Neben diesen allgemeinen Richtlinien ergeben sich besondere je nach der verwendeten Lichtquelle, während die Indikation hinsichtlich der auszuwählenden Fälle von der Lichtquelle unabhängig ist, mit gewissen Einschränkungen, die sich aus der Eigenart des Sonnenlichtes ergeben.

a) Sonnenlicht

1. Zu beachten ist zunächst das unbedingte Verbot der Selbstbestrahlung. Jeder auf das Land geschickte Fall muß auf diese Gefahr aufmerksam gemacht werden, besonders jene Patienten, die an Orte mit reichlicher Badegelegenheit im Freien geschickt werden.

2. Für die Sonnenbehandlung eignen sich nur die widerstandsfähigsten, ausgesprochen zirrhatischen Formen mit guter Neigung zur Pigmentierung, da wegen der ungemeinen Variabilität des Sonnenlichtes nach Tages- und Jahreszeiten und meteorologischen Verhältnissen und wegen der durch bewölkte Zeiten bedingten, oft länger dauernden Unterbrechung der Behandlung auch die vorsichtigste Schablone keine Gewähr bietet für die Hintanhaltung von Schädigungen bei lichtempfindlichen Kranken und Krankheitsformen.

3. Auch bei zirrhatischen und gut pigmentierten Fällen empfiehlt es sich, während sonnenloser Tage durch die Anwendung künstlicher Lichtquellen die Gewöhnung an den Lichtreiz zu erhalten.

4. Der Übergang zum Vollsonnenbade muß in vorsichtiger Weise unter allmählicher Steigerung der Größe der bestrahlten Hautfläche und der Belichtungsdauer erfolgen, worauf als erster ROLLIER aufmerksam gemacht hat; es ist dabei

zweckmäßig, die Kranken durch Freiluftkuren und Luftbäder im Schatten vorzubereiten (KISCH). Eine äußerst schonende Vorschrift gibt KISCH. Ich gebe sie wörtlich wieder:

Wenn diese minutiöse Vorschrift auch gewisse, im Einzelfalle mehr weniger weitgehende Vereinfachungen zuläßt, gibt sie anderseits eine wertvolle prinzipielle Richtschnur für die Sonnenbestrahlung bei den Erkrankungen der Lunge.

Schema nach KISCH

Freiluftbehandlung während der ersten fünf Tage.

1. Tag. Bettruhe im Zimmer bei offenem Fenster.

- | | | | | | | |
|------|---|---------------|--------------------|-----|----------------|----------|
| 2. „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ |
| 3. „ | „ | Einstündige | Freiluftbehandlung | auf | halbverdeckter | Galerie. |
| 4. „ | „ | Zweistündige | „ | „ | „ | „ |
| 5. „ | „ | Dreistündige. | „ | „ | „ | „ |

Beginn der Allgemeinbestrahlung 6. bis 10. Tag. (Dieselbe besteht in einer allmählichen Gewöhnung an die Einwirkung höherer Wärmegrade mit Hilfe eines nach seinen Angaben von den Zeißwerken hergestellten Scheinwerferapparates. 50 cm Abstand, steigend von 5 bis 20 Minuten.)

- | | | |
|----------|-------------------------------|---|
| 11. Tag. | 3 × 5 Min. | Bestrahlung der Rückseite beider Unterschenkel. |
| 12. „ | 3 × 5 „ | Bestrahlung der Rückseite beider Oberschenkel. |
| | 3 × 10 „ | Bestrahlung der Rückseite beider Unterschenkel. |
| 13. „ | 3 × 5 „ | Bestrahlung des Gesäßes. |
| | 3 × 10 „ | Bestrahlung der Rückseite beider Oberschenkel. |
| | 3 × 15 „ | Bestrahlung der Rückseite beider Unterschenkel. |
| 14. „ | 3 × 15 „ | Bestrahlung der Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × 15 „ | Bestrahlung der Rückseite beider Beine und Bauch. |
| 15. „ | Beginn der Lungenbestrahlung. | |
| | 5 Min. | Vorderseite des Thorax, $\frac{1}{4}$ Stunde Pause. |
| | 5 „ | Rückseite, $\frac{1}{2}$ Stunde Pause. |
| | 5 „ | Vorderseite des Thorax, $\frac{1}{4}$ Stunde Pause. |
| | 5 „ | Rückseite, $\frac{1}{2}$ Stunde Pause. |
| | 5 „ | Vorderseite des Thorax, $\frac{1}{4}$ Stunde Pause. |
| | 5 „ | Rückseite, $\frac{1}{2}$ Stunde Pause. |
| | 3 × 25 Min. | Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × 25 „ | Rückseite beider Beine und Gesäß. |
| 16. „ | 3 × 7 „ | Vorder- und Rückseite des Thorax in gleichen Zwischenräumen wie oben. |
| | 3 × 35 „ | Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × 35 „ | Rückseite beider Beine und Gesäß. |
| 17. „ | 3 × 10 „ | Vorder- und Rückseite des Thorax in gleichen Zwischenräumen wie oben. |
| | 3 × 45 „ | Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × 45 „ | Rückseite beider Beine und Gesäß. |
| 18. „ | 3 × 12 „ | Vorder- und Rückseite des Thorax in gleichen Zwischenräumen wie oben. |
| | 3 × 60 „ | Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × 60 „ | Rückseite beider Beine und Gesäß. |
| 19. „ | 3 × 15 „ | Vorder- und Rückseite des Thorax in gleichen Zwischenräumen wie oben. |
| | 3 × $1\frac{1}{4}$ Stunden | Vorderseite beider Beine und Bauch. |
| | 3 × $1\frac{1}{4}$ Stunden | Rückseite beider Beine und Gesäß. |

In den folgenden Tagen wird die Herdbestrahlung um dreimal je fünf Minuten und die Allgemeinbestrahlung um dreimal je fünfzehn Minuten verlängert bis zu einer maximalen Behandlungsdauer von sieben Stunden.

Wie aus diesem Schema hervorgeht, darf mit der Insolation der Brust erst begonnen werden, wenn der übrige Körper hinreichend an die Einwirkung der Sonnenstrahlen gewöhnt ist.

5. Als allgemeine Richtschnur für die Durchführung einer bis zum Vollbad sich steigernden Sonnenbehandlung möchte ich die Vorschrift von KISCH, eventuell entsprechend vereinfacht, mehr empfehlen als die Vorschrift von SCHNÜRER, der gleich mit fünf Minuten Ganzbestrahlung beginnt, die tägliche Dosis um fünf Minuten steigert, so daß er schon nach zwölf Sitzungen zu einem einstündigen, nach 24 Sitzungen zu einem zweistündigen Vollbad kommt. Hingegen kann ich die Ratschläge von SCHNÜRER unterstützen, in keinem Falle sich an ein starres System zu binden, an trüben Tagen künstliches Licht einzuschalten und das subjektive Wohlbefinden des Kranken und dessen klinisch nachweisbare Äußerungen höher einzuschätzen als eine genaue Minutenzahl. Mit Erfahrung und so vorsichtig individualisierender Dosierung ist es gewiß auch möglich, bei schwereren Fällen gute Erfolge zu erzielen.

6. Äußerst wichtig ist die Fähigkeit des Kranken, zu pigmentieren. Im Verhältnis zur Raschheit und Stärke der Pigmentierung entfernt sich der Kranke aus der Gefahrenzone der Behandlung, allerdings auch aus der Nützlichkeitszone, insofern das Lichterythem als Heilfaktor in Betracht kommt, das bei pigmentierter Haut nicht mehr auftritt.

Es würde aber der praktischen Erfahrung widersprechen, wenn man sich so einseitig auf den Boden dieses Wirkungsmechanismus stellen würde. Ich halte es für zweifellos, daß die größten Gefahren von dieser Seite kommen, aber anderseits ebenso zweifellos, daß mit der Ausschaltung dieses Gefahrenmomentes die therapeutischen Vorteile der Sonnenbehandlung nicht aufgehoben sind. Das ungemeine Wohlbefinden, das man bei gut gebräunten Kranken beobachtet, die täglich ausgiebige Sonnenbäder nehmen, die gute symptomatische Beeinflussung des Kranken und der günstige Einfluß auf den Krankheitsprozeß beweisen zur Genüge, daß es außer dem unberechenbaren, toxischen Proteinkörperreiz des Lichterythems noch andere Wirkungsmechanismen gibt, auf denen das Sonnenlicht durch die extremen Strahlen seines Spektrums den tuberkulösen Krankheitsprozeß der Lunge in günstiger Weise beeinflussen kann.

7. Ich würde daher als den dem Praktiker zu empfehlenden, richtigen Weg der Sonnenlichtbehandlung den empfehlen, durch vorsichtige Dosierung nach Zeit und Größe der bestrahlten Hautpartie ohne stärkeres Erythem zu einer allgemeinen Pigmentierung zu gelangen und damit zur Möglichkeit allmählich sich steigernder gefahrloser Vollbäder. Die oben angeführten Methoden streben diesem Ziele zu. Den therapeutischen Reiz durch beabsichtigte kräftige Erytheme erzielen zu wollen, davor möchte ich warnen, besonders bei der Sonnenlichtbehandlung, weil wir diesen Weg der Proteinkörperreizung mit der Tuberkulin- und nicht spezifischen Proteinkörpertherapie in einer viel sichereren Weise und mit exakterer Dosierung beschreiten können.

b) Künstliche Lichtquellen

Als solche kommen vornehmlich in Betracht die HANAUSCHE künstliche Höhensonne und das Kohlebogenlicht. Letzteres ist wesentlich teurer in der Anlage und auch kostspieliger im Betrieb. Das Kohlebogenlicht steht dem Sonnenlichte näher, weil es außer den ultravioletten Strahlen reich ist an Wärmestrahlen. Die künstliche Höhensonne hat viel reichlichere Ultraviolett-, bei

praktisch kaum in Betracht kommender Wärmestrahlung. Durch gleichzeitige Anwendung einer wärmespendenden Solluxlampe läßt sie sich zu einer dem Sonnenlichte ähnlicheren Wirkung ergänzen. Da die künstliche Höhensonne überreich ist an ultravioletten Strahlen, ist sie nach dieser Richtung hin die aktivste Lichtquelle und erfordert viel größere Vorsicht in ihrer therapeutischen Anwendung als das Kohlebogenlicht. Beide Lichtquellen haben vor dem Sonnenlicht den Vorzug, daß sie jederzeit zur Verfügung stehen und wenigstens für die Behandlungsdauer eines Kranken annähernd konstant sind. Bei sehr langem Gebrauch verringert sich allerdings die Intensität der Strahlenwirkung der künstlichen Höhensonne. Es ist daher für beide Lichtquellen im Gegensatz zu dem Sonnenlichte die einmal festgestellte Erythemdosis für eine bestimmte Entfernung der Lichtquelle und eine festgestellte Bestrahlungsdauer als gegebene Größe zu betrachten. Zu beachten wäre nur, daß bei der künstlichen Höhensonne bei Anschaffung eines neuen Brenners die Erythemdosis neuerlich festgestellt werden muß. Beide Lichtquellen haben vor dem Sonnenlicht den Vorzug, daß sie die Möglichkeit einer Selbstbestrahlung ausschließen, dafür allerdings den Nachteil der viele Gefahrenmomente in sich schließenden Möglichkeit der ambulanten ärztlichen Behandlung. Andererseits ist der Ausschluß der Selbstbestrahlung, die ärztlich überwachte Sonnenlichtbehandlung an den Aufenthalt in Spitälern, Heilstätten oder Sanatorien geknüpft, ein ganz bedeutender Vorteil für den Kranken, ganz abgesehen von der gleichzeitigen Wirkung der unter diesen Umständen in Betracht kommenden anderen Faktoren der Allgemeinbehandlung.

Dermatitiden mit nachfolgender Schälung der Haut sind nach Bestrahlung mit künstlicher Höhensonne ungleich häufiger zu sehen als bei Bestrahlungen mit Kohlebogenlicht und bei dosierten Bestrahlungen mit Sonnenlicht. Ob das lediglich der reichen ultravioletten Strahlung zuzuschreiben ist, ist fraglich; vielleicht kommt auch der Wegfall ausgiebiger Wärmewirkung in Betracht. Bei solchen sich im Verlaufe einer Behandlung sich häufig schälenden Kranken kommt es an den bestrahlten Stellen auch zu keiner oder keiner so ausgiebigen Pigmentierung der Haut, wie wir sie nach länger andauernder vorsichtiger Bestrahlung bei Sonnenlicht und Kohlebogenlicht beobachten können. Eine Bestrahlungskur ohne Dermatitis mit Hautschälung ist bei künstlicher Höhensonne nur bei vorsichtiger Dosierung und entsprechenden Zwischenpausen zu erreichen. Das Gefahrenmoment, soweit die Dermatitis in Betracht kommt, ist demnach hier größer. Die Erfahrungen von KISCH, daß vorangehende Ganzbestrahlungen mit dem ZEISSschen Scheinwerfer durch Gewöhnung an größere Wärmewirkung den Kranken weniger empfindlich machen für die Bestrahlungen mit Sonnenlicht, legen den Gedanken nahe, ob es nicht zweckmäßig wäre, bei Kombination der künstlichen Höhensonne mit der Solluxlampe zunächst die letztere allein durch eine Anzahl von Tagen einwirken zu lassen. Für die Kombination beider Apparate spricht meiner Meinung auch der Umstand, daß die gleichzeitige Wärmewirkung auf die Fähigkeit der Haut, zu pigmentieren, in günstiger Weise einwirkt.

Die Methodik der Bestrahlung mit künstlichen Lichtquellen soll im großen und ganzen jene Richtlinien einhalten, die bei der Methodik der Sonnenlichtbestrahlung besprochen wurden und die sich allgemein dahin zusammenfassen lassen; langsame allmähliche Gewöhnung an den Lichtreiz mit Vermeidung stärkerer Hautentzündungen mit ihrer unberechenbaren Wirkung. Bei Anwendung allgemeiner künstlicher Lichtbäder müßte die Vorschrift von KISCH bezüglich des Sonnenlichtbades annähernd befolgt werden.

c) Besondere therapeutische Gesichtspunkte

Es gilt für die künstlichen Lichtquellen ebenso wie für das Sonnenlicht als Regel, daß man den therapeutischen Reiz nicht durch absichtlich erzeugte starke Hauterytheme anstreben soll, weil die Wirkung derselben unberechenbar ist, und weil wir diesen Weg der Proteinkörperwirkung sicherer und exakter mit einer anderen Proteinkörpertherapie beschreiten können. Da sich aber erfahrungsgemäß der Eintritt stärkerer Hautentzündungen in der Praxis nie sicher vermeiden läßt, so erfordert dieser Umstand doch noch eine gesonderte Besprechung.

Da das Lichterythem ausgesprochene, wenn auch klinisch nicht immer nachweisbare Herdreaktionen hervorrufen kann, muß jede Bestrahlung, die zu einer akuten Dermatitis Anlaß gibt, nach den Grundsätzen der Tuberkulin- und Proteinkörperbehandlung durchgeführt werden, d. h. entsprechend lange Intervalle bis zum vollständigen Abklingen des entzündlichen Hautreizes und bis zum wahrscheinlichen Abklingen der Kongestionen des tuberkulösen Herdes. Da letzterer Prozeß sich einer exakten Beurteilung entzieht, lassen sich für die Größe des Intervalles nur analogiemäßige und im Einzelfalle nur gefühlsmäßige Richtlinien geben. Man kann nicht mehr sagen, als daß die Größe des Intervalles in Beziehung stehen soll zur Stärke des Erythems, der klinisch nachweisbaren Herdreaktion und der Allgemeinreaktion und zur Verlaufsform des Falles, also vier bis acht, eventuell auch mehr Tage zu betragen hat, und daß die weitere Dosierung der vorangegangenen Reaktion Rechnung zu tragen hat. Daraus ergibt sich, daß die genaueste Temperaturkontrolle während einer Lichtbehandlung unerlässlich ist. Eine Lichtbehandlung ohne Temperaturkontrolle bewegt sich im Zufälligen.

Bei eingetretener Herd- und Allgemeinreaktion muß getrachtet werden, durch strengste Körperruhe das Abklingen der Reaktion zu fördern und eine Steigerung derselben durch den Bewegungsreiz auszuschalten.

Besonders bei reaktivem Verlauf der Lichtbehandlung möchte ich nach eigener Wahrnehmung die Prüfung der Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen als prognostischen Indikator empfehlen. Solange eine Steigerung des Senkungsindex anhält und noch weiter darüber hinaus, ist eine weitere Bestrahlung zu vermeiden. Die Methode von POINDECKER ist so einfach, daß sie von jedem praktischen Ärzte gehandhabt werden kann.

Mit einer 3 bis 5 ccm Recordspritze wird zunächst $\frac{1}{2}$ ccm 5% Natr. citricum-Lösung aufgesaugt und sodann durch intravenöse Punktion 2 ccm Blut aus einer Armvene nachgesaugt. Gut mischen in der Spritze. Einfüllen der Lösung in das POINDECKERSche Röhrchen bis zur Marke. Ablesen nach dreiviertel Stunden, indem mit einem Millimetermaßstab abgemessen wird, um wieviele Millimeter die Blutkörperchen sich unter die Marke gesenkt haben; die Millimetergröße der klaren Serumsäule ergibt den Wert. Normalwert bei Männern zirka 5 bis 8 mm, bei Frauen bis 8 bis 10 mm.

Es soll als Grundsatz gelten, die Durchführung einer Lichtbehandlung nie mit Maßnahmen zu kombinieren, welche an sich geeignet sind, Herdreaktionen auszulösen. Dies gilt angesichts des noch vielfach unklaren Wirkungsmechanismus auf die Lunge auch dann, wenn die Lichtbehandlung ohne stärkere Hauterytheme erfolgt. Bei Auftreten von Erythemen wäre eine solche Kombination ein offenkundiger schwerer Fehler, weil durch eine solche Kombination von Einflüssen, die kongestive Wirkung haben, Herdreaktionen von größter Stärke angefangt werden können. Zu diesen Einflüssen gehören als die wichtigsten stärkere Bewegungsreize, Tuberkulin und verschiedene nichtspezifische Proteinkörper. Die in der Praxis so häufig geübte Kombination einer Quarzlichtbestrahlung und einer Tuberkulinbehandlung, noch dazu bei ambulatorischer Behandlung, ist bei Behandlung lungentuberkulöser Menschen durchaus zu verwerfen.

Aber auch der Körperbewegung des Kranken ist in diesem Zusammenhange eine große Aufmerksamkeit zu widmen.

Temperatursteigerungen im Verlaufe einer Lichtbehandlung erfordern unbedingt absolute Körperruhe noch einige Tage über den Temperaturabfall hinaus. Auch bei auftretenden Dermatitis ohne Temperatursteigerungen soll man diesen Grundsatz befolgen, dies ist um so wichtiger dann, wenn der Lungenprozeß als solcher eine möglichste Ruhebehandlung des Kranken angezeigt erscheinen läßt. Auch während und vor der Menstruation wird größere Vorsicht geboten sein, respektive eine Unterlassung der Bestrahlung zweckmäßig sein, besonders bei solchen Frauen, die zu menstruellen und prämenstruellen Temperatursteigerungen neigen.

Eine nach obigen Grundsätzen durchgeführte Lichtbehandlung in geeigneten Fällen kann erfahrungsmäßig auf den Verlauf des tuberkulösen Lungenprozesses in günstiger Weise wirken. Auch das gehobene subjektive Wohlbefinden, das viele Kranke im Verlaufe einer richtig durchgeführten Lichtbehandlung erkennen lassen, ist an sich schon ein wertvoller und günstiger Erfolg und ein Anzeichen der guten Reaktion des kranken Organismus auf die angewandte Therapie.

Literatur:

Werke:

BACH, H.: Anleitung und Indikation für die Bestrahlung mit der Quarzlampe. 2. Aufl. Würzburg: R. Kabitzsch. 1917. — GASSUL, R.: Handbuch der gesamten Tbc.-Therapie von E. LÖWENSTEIN. 2. Aufl. Wien: Urban & Schwarzenberg. 1923. — HAUSMANN, W.: Ebendort. — LIEBE, G.: Lichtbehandlung in den Heilanstalten. Leipzig. 1921. — LOREY, AL.: Handbuch der Tuberkulose von BRAUER, SCHRÖDER und BLUMENFELD. 2. Aufl. Leipzig: Ambrosius Barth. 1914. — SONNE, C.: Zitiert nach HAUSMANN, Handbuch der gesamten Tbc.-Therapie von E. LÖWENSTEIN. 2. Aufl. Wien: Urban & Schwarzenberg. 1923. — WIEDMER: Zitiert nach HAUSMANN. Wie oben.

Zeitschriften:

ACHARD, CH.: La photothérapie et son application á la péritonite tuberculeuse. Journ. des praticiens, Bd. 38, H. 26. 1924. — BAEMEISTER: Behandlung der Lungentuberkulose. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild., H. 10, 1921. — BANG: (Nach Referat von KISSMEYER.) Zentralbl. f. d. ges. Tbc.-Forsch., Bd. 24, H. 3/4, S. 153. 1925. — BERNHARD: Das photochemische Klima, im besonderen des Hochgebirges, und seine Beziehungen zur Heliotherapie. Strahlentherapie, Bd. 9, S. 520. 1919. — BRÉCKE: Über Sonne und Tuberkulose. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 30, H. 3, S. 129. 1919. — BRUSTEIN: Die physiologische Wirkung des Lichtes im KELLOGSchen Lichtbade. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 37, H. 26, S. 1216. 1911. — DORNO: Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Strahlentherapie, Bd. 9, S. 467. 1919. — DERSELBE: Die physikalischen Grundlagen der Sonnen- und Himmelsstrahlung und ihre Anwendung in der Therapie. Strahlentherapie, Bd. 18, H. 4. 1924. — DURIG: Physiologische Wirkungen des Höhenklimas. Wien. klin. Wochenschr., Bd. 24, H. 18, S. 619. 1911. — DERSELBE, ZUNTZ und SCHRÖTTER: Beobachtungen über die Wirkung des Höhenklimas auf Teneriffa. Biochem. Zeitschr., Bd. 39, S. 435. 1912. — FECHT: Höhen-sonnenbehandlung der Lungentuberkulose und ein neues hämatologisches, prognostisches Wertbild. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 50, H. 4, S. 114. 1924. — FINKENRATH: Die Lichtempfindlichkeitsprüfung der Haut. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 50, H. 9, S. 280. 1924. — FINSSEN: Mitteilungen aus FINSSENS medizinischem Lichtinstitute. H. 2. 1900. — FOUBERT und MENARD: Tuberculose pulmonaire rayons ultra-violet. Bull. off. d. l. soc. franç. de l'électrotherap., etc., Bd. 33, H. 5. 1925. — FREUND, L.: Physiologische und therapeutische Studien über die Lichtwirkung auf die Haut. Wien. klin. Wochenschr., Bd. 25, H. 5, S. 191. 1912. — DERSELBE: Ein wichtiger Fortschritt für die medizinische Lichtforschung. Strahlentherapie, Bd. 10, S. 1145. 1920. — DERSELBE und F. NOVAK: Messungen von Hautrötungen und -bräunungen.

Wien. klin. Wochenschr., Bd. 38, H. 27. 1925. — GÖDDE: Über Reaktionen bei Quarzlampebestrahlung Lungentuberkulöser. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 49, H. 25. 1923. — GROSS, R. H.: Über Erfolge mit Wärmebestrahlungen der Haut bei Erkrankungen der Atmungsorgane. Münchn. med. Wochenschr., Bd. 71, H. 9, S. 271. 1924. — HARMS: Zur Tuberkulin- und Strahlentherapie der Lymphdrüsen und Lungentuberkulose. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 31, H. 1, S. 1. 1920. — HASSELBALCH: Über die Wirkung des chemischen Lichtbades auf Respiration und Blutdruck. Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 17, S. 431. 1905. — DERSELBE: Quantitative Untersuchungen über die Absorption der menschlichen Haut von ultravioletten Strahlen. Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 25, S. 55. 1911. — DERSELBE und LINDHARD: Analyse des Höhenklimas in seinen Wirkungen auf die Resorption. Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 25, S. 361. 1911. — DERSELBE und JACOBÆUS: Über die Behandlung von Angina pectoris mit starken Kohlebogenlichtbädern. Berlin. klin. Wochenschr., Bd. 44, H. 39, S. 1247. 1907. — HEUSSNER: Strahlentherapie und Lungentuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 8, S. 613. 1918. — HOFFNER: Zwanzigjährige ärztliche Erfahrungen über Licht- und Sonnenbäder. Strahlentherapie, Bd. 12, S. 819. 1921. — HUDSON: Some clinical observations en heliotherapy in pulmonary tuberculosis. Lancet, Bd. 206, H. 23. — JESTONEK: Heliotherapie und Pigment. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 24, H. 6, S. 401. 1905. — KISCH: Der gegenwärtige Stand der Lichtbehandlung der Knochen- und Gelenktuberkulose in der Ebene. Die extrapulmonale Tuberkulose. Bd. 1, H. 1. 1925. (Sonderbeilage der Med. Klinik.) — KLARE: Beiträge zur Heliotherapie im deutschen Hochgebirge. Strahlentherapie, Bd. 10, S. 352. 1920. — KOCK, FR. und VORLAENDER: Biologische Versuche über die Wirkung der Bestrahlung auf das Karzinom. Strahlentherapie, Bd. 19, S. 497. 1923. — DERSELBE: Über Schädigungen nach Sonnenbestrahlung bei Lungentuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 13, H. 1. 1922. — LENKEI: Weitere Untersuchungen über die Wirkung der Sonnenbäder auf einige Funktionen des Organismus. Zeitschr. f. diät. u. physikal. Therap., Bd. 9, S. 194. 1905. — LEVY: Über anatomische Veränderungen an der Milz der Maus nach Bestrahlung mit ultraviolettem Licht. Strahlentherapie, Bd. 7, S. 602. 1917. — LIEBESNY: Über den Einfluß des Lichtes auf den intermediären Eiweißstoffwechsel. Zeitschr. f. diät. u. physikal. Therap., Bd. 24, H. 5, S. 182. 1920. — LINDHARD: Zeitschr. f. Biol., Bd. 73, H. 2. — MELVILLE: The therapeutic value of sunlight. Americ. med., Bd. 30, H. 5. — PONIDECKER: Zur Vereinheitlichung der Blutkörperchen-Sinkprobe. BRAUERS Beiträge zur Klinik der Tuberkulose, Bd. 60, S. 503. 1925. — PEYN: Du traitement du lupus vulgaire et des autres formes de la tbc. par la lumière artificielle. Journ. de radiol. et d'électrol., Bd. 8, H. 8. 1924. DERSELBE: Die Resultate der Behandlung mit künstlichen chemischen Lichtbädern bei Lupus vulgaris und bei chirurgischer Tuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 10, S. 314. 1920. — RICKMANN: Zur Entstehung der Lungenblutungen. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 48, H. 9, S. 284. 1922. — DERSELBE: Zur Lichtbehandlung der Tuberkulose. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therap., Bd. 29, H. 5. 1925. — ROUSCH, ZOLTAN: Zur Frage der Dosierung der Quarzlichtstrahlen. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therap., Bd. 28, H. 5/6. 1924. — RUDNITZKY: Zur Theorie der Quecksilberlampenwirkung bei Tuberkulose. Arch. klinitscheskoi i experimentalnoi Meditsiny, Bd. 3, H. 1. 1924. — SCHÜRER: Über intensive Sonnenbehandlung der Lungentuberkulose. Dtsch. med. Wochenschr., Bd. 49, H. 22, S. 718. 1923. — SCHRÖDER: Über neuere Medikamente und Nährmittel zur Behandlung der Tuberkulose. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 36, H. 6, Jahresbericht. — SOBOTKA: Studien über den Einfluß experimentell veränderter örtlicher Bedingungen auf die Lichtreaktion (Ultraviolettreaktion) der Haut. Arch. f. Dermatol. u. Syphil., Bd. 121, S. 45. 1916. — SORGO: Methodik der Behandlung der Lungentuberkulose mit Sonnenlicht und künstlichem Licht. Wien. med. Wochenschr., Bd. 71, H. 50, S. 2206. 1921. — DERSELBE: Protein-körperwirkung und ihre Beziehung zur gesamten Tuberkulose-therapie. Med. Klin., Bd. 21, H. 2 bis 4. 1925. — STEVEN: Beobachtungen über Sonnenbestrahlung und Blutdruck. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 31, H. 4, S. 215. 1920. — WEIDINGER: Tödliche Lungenblutungen im Anschluß an Bestrahlung mit künstlicher Höhen-sonne. Wien. med. Wochenschr., Bd. 72, H. 43, S. 1746. 1922.

Die Anwendung des Lichtes in der Laryngologie, Rhinologie und Otologie¹

Von

Ove Strandberg-Kopenhagen

Mit 7 Abbildungen

Vor der Besprechung der Behandlung der verschiedenen Krankheiten mit den verschiedenen Lichtformen seien einige allgemeine Bemerkungen über die Anwendung des universellen Lichtbades allein oder in Verbindung mit anderen unterstützenden Behandlungsarten gemacht.

STRANDBERG hat klinisch nachgewiesen, daß es mit dem universellen Kohlenbogenbad als ausschließlicher Behandlung möglich ist, rhino-laryngologischen Lupus vulgaris und Larynxtuberkulose, wie oben erwähnt, zur klinischen Heilung zu bringen. Viele Patienten mit Larynxtuberkulose wurden ambulant ausschließlich mit universellen Kohlenbogenbädern behandelt, wodurch die objektiven Veränderungen im Larynx schwanden, und viele dieser Patienten waren verschiedene Jahre hindurch rezidivfrei und konnten sich durch ihre Arbeit ernähren. Da es sich in verschiedenen Fällen um exsudative Larynxtuberkulosen bei armen Leuten gehandelt hat, die in keiner Weise sich irgend eine Art von Extraverpflegung verschaffen konnten, und die zur Aufrechterhaltung ihres Unterhaltes und ihrer Häuslichkeit, sobald sie nur einigermaßen dazu wieder imstande waren, wieder arbeiten mußten, und da bei ihnen keinerlei andere Art von Behandlung angewandt war, muß ihre klinische Ausheilung der Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern zugeschrieben werden. BLEGVAD hat später gleichfalls die Möglichkeit, selbst schwere Larynxtuberkulosen zur klinischen Ausheilung mit dem Kohlenbogenbad ohne intralaryngeale Eingriffe zu bringen, nachgewiesen, aber BLEGVADS Material stammt von hospitalisierten Patienten, die, wenn sie auch schwer befallen waren, doch Gelegenheit hatten, gleichzeitig mit der universellen Lichtbehandlung die nötige Verpflegung und eventuell Bettruhe zu genießen, was ja aber die große Bedeutung der BLEGVADschen Resultate keineswegs verringert.

Außer durch die klinischen Beobachtungen haben HEIBERG und STRANDBERG durch histologische Untersuchungen einer Anzahl von Conchae inf., die bei Patienten mit Lupus vulgaris cavi nasi zu verschiedenen Zeitpunkten der Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern exstirpiert waren, die auch bei diesen Patienten die ausschließliche Therapie waren, nachgewiesen, daß nicht nur eine oberflächliche klinische Ausheilung stattfindet, sondern eine wirkliche Heilung, histologisch und qualitativ von den schwachen spontanen Heilungsansätzen verschieden, die man bei Lupus vulgaris antrifft. Diese Unter-

¹ Vgl. O. STRANDBERG: Allgemeines über Lichttherapie usw. S. 137 dieses Handbuches.

suchungen wurden von HEIBERG und WITH später für die Haut wiederholt; sie kamen zum gleichen Resultat, und es muß daher als feststehend betrachtet werden, daß es möglich ist, eine wirkliche lokale Heilung sowohl einer rhino-laryngologischen als auch einer dermatologischen Tuberkulose mit universellen Kohlenbogenbädern als ausschließlicher Therapie zu erzielen.

Schon sehr frühzeitig wurde aber auch in der Geschichte dieser Behandlungsmethode von STRANDBERG und BLEGVAD hervorgehoben, daß die Behandlungszeit sehr abgekürzt wird, wenn man die Kohlenbogenbäder mit einer anderen geeigneten Lokalthherapie kombiniert, und das muß in möglichst großer Ausdehnung auch aus ökonomischen Gründen absolut geschehen, wozu in erster Reihe bedacht werden muß, die Patienten so zeitig wie möglich ihrem Erwerb zurückzugeben.

Der Umfang der unterstützenden Behandlung und der Zeitpunkt ihres Einsetzens ist bei den verschiedenen Erkrankungen verschieden. Es sei übrigens bemerkt, daß man selbstverständlich bei Tuberkulose sich der allgemein bekannten Mittel auch unter der Behandlung mit Lichtbädern bedienen muß, sowie der sanatoriumsmäßigen Behandlung in so großer Ausdehnung wie möglich und dgl.

A) Die Anwendung des Lichtes bei tuberkulösen Kehlkopf-, Nasen- und Ohrenerkrankungen

I. Die Larynxtuberkulose

In der Rhino-Laryngologie hat die Lichtbehandlung und namentlich die Behandlung mit künstlichen chemischen Lichtbädern teils als ausschließliche, teils als kombinierte Behandlung, die Prognose der Larynxtuberkulose wie weniger anderer Krankheiten von Grund aus geändert.

Während die Sonne jedoch auf allen Gebieten den künstlichen chemischen Lichtquellen im therapeutischen Effekt überlegen ist, scheint man nach der vorliegenden, mir zugänglichen Literatur, wenn es sich um die universelle Sonnenbehandlung der Larynxtuberkulose handelt, von vornherein nicht davon überzeugt zu sein, jedenfalls scheint vor der Durchprüfung dieser Behandlung eine große Furcht zu herrschen, namentlich mit Rücksicht auf die begleitende Lungentuberkulose und eventuelle Hämoptysen.

Es ist möglich, daß das Sonnenbad sich nicht mit so großem Erfolg und nicht in der gleichen Ausdehnung wie das Kohlenbogenbad anwenden läßt, aber es ist auch möglich, daß das auf der Dosierung beruht, da es sich nicht durchführen läßt, den Kranken mit Larynxtuberkulose die gleiche langdauernde Bestrahlung wie den Patienten mit chirurgischer Tuberkulose zu verabfolgen.

KOCK sieht denn auch bei undosierten Sonnenbädern Verschlimmerung des Allgemeinzustandes und des Lungenleidens, und ROLLIER, der von eventuellen Resultaten bei Larynxtuberkulose nichts erwähnt, schreibt von der Lungentuberkulose: Unbedingt verboten ist dagegen die Sonnenbehandlung bei allen jenen Tuberkuloseformen mit vorwiegend exsudativem Charakter, bei allen pneumonischen, bronchopneumonischen und fieberhaften Prozessen... Jede Besonnung kann hier gefährlich werden und nur bei alten, ganz torpiden Prozessen dürfte eine Sonnenkur mit größter Vorsicht zu versuchen sein. Fieber, das doch immer der Ausdruck der Aktivität ist, ist eine unbedingte Kontraindikation gegen die Sonnenbehandlung der Lungentuberkulose.

Aus obigem dürfte hervorgehen, daß nur sehr wenige Fälle von Larynx-tuberkulose sich zur universellen Sonnenbehandlung eignen können.

BERNHARDT hat im Jahre 1912 den ersten Fall von primärer Larynx-tuberkulose mit gutem Erfolg behandelt, indem das Leiden verheilte und der Patient noch 11 Jahre später rezidivfrei war, aber es liegt keine nähere Mitteilung darüber vor, ob die Lungen angegriffen waren, auch gibt er keine nähere Beschreibung des laryngoskopischen Bildes.

Über die Anwendung des universellen Sonnenbades in der Laryngologie liegen übrigens im Vergleich zu den Mitteilungen aus der Chirurgie in der mir zugänglichen Literatur nur verhältnismäßig wenige Mitteilungen vor, was vielleicht davon herrührt, daß die Larynxtuberkulose immer mit einer anderen Form von Tuberkulose kombiniert ist, die in Anstalten behandelt wird, bei denen keine oto-laryngologische Assistenz besteht.

Die künstlichen chemischen Lichtbäder, namentlich die Kohlenbogenbäder haben sich dagegen für die Larynxtuberkulose als in hohem Grade verwendbar erwiesen.

Nachdem STRANDBERG im Jahre 1914 die ersten Fälle von Larynxtuberkulose mitgeteilt hatte, die durch Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern zur klinischen Ausheilung gebracht waren, und nachdem er 1917 des weiteren einige glücklich behandelte Fälle veröffentlicht sowie auf den Vorteil einer kombinierten Behandlung aufmerksam gemacht hatte, haben auch andere diese Behandlung mit Erfolg erprobt. So hat namentlich BLEGVAD, der 1917 seine Resultate vorlegte und gleichfalls auf den Vorteil der kombinierten Behandlung hinwies, eine größere Zahl von Patienten erfolgreich behandelt.

Von verschiedener Seite wurde auf das Risiko aufmerksam gemacht, das bei dieser Behandlung teils für eine Verschlimmerung der Lungenerkrankung, teils für Hämoptysen bestehen könnte; aber, wie man noch sehen wird, ist diese Furcht, meiner Meinung nach, unbegründet. Wird das universelle Lichtbad mit Kritik vorgenommen, enthält es für die Lungenerkrankung im allgemeinen keine Gefahr; aber es darf anderseits auch nicht kritiklos angewendet werden.

Die Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern eignet sich für alle Fälle von Larynxtuberkulose, und ich behandle am FINSSEN-Institut in Kopenhagen alle Formen dieser Krankheit, ausgenommen die ganz leichten Infiltrationen in der Regio interaryth. mit guter immunbiologischer Reaktion beim Patienten, da die Lichtbehandlung meiner Meinung nach hier nicht erforderlich ist. Es sind somit zu einem sehr erheblichen Teil schwere und sehr schwere exsudative Fälle, die behandelt werden, und diese sind, wie man später sehen wird, mit Lungentuberkulose aller Stadien kombiniert. Der weitaus überwiegende Teil der Patienten wird wegen des großen Platzmangels ambulant behandelt. Auf leichtere Temperatursteigerungen wie 38 bis 38,2° rektal, wird nicht Rücksicht genommen, nur muß man den Kranken darauf aufmerksam machen, daß die Temperatur unter und nach dem Lichtbad vielleicht weiter ansteigt und daß das kein Grund zur Beängstigung ist. Es ist notwendig, das zu betonen, weil viele Patienten früher in Sanatorien waren, wo während der Sanatoriumskur auf solche Steigerungen großes Gewicht gelegt wird, die oft Bettruhe indizieren. Steigt die Temperatur nach dem Lichtbad bis 39° oder darüber, wird einige Tage pausiert, wonach ich mit ganz kurzdauernden Bädern wieder beginne. In der Regel steigt die Temperatur dabei nicht so hoch, und es wird nun die Badedauer ganz langsam — um fünf Minuten jeden zweiten oder vierten Tag — verlängert, während die Temperatur genau überwacht wird. Man kann dadurch die Bestrahlungszeit herausfinden, die der Patient ohne größere Temperatur-

steigerung verträgt und beläßt den Patienten dann 2 bis 3 Wochen bei dieser Zeit, wonach man die Zeit wieder zu verlängern sucht. Es ist nur äußerst selten vorgekommen, daß ich bei diesem Modus den Patienten nicht dahin bringen konnte, das Kohlenbogenbad zu vertragen; gelingt es aber nicht, so ist es in der Regel die Wärme, die nicht vertragen wird, und der Patient wird dann zum Quecksilberquarzbad überführt, um nach einigen Wochen zum Kohlenbogenbad wieder zurückzukehren. Sehr schwer erkrankte Patienten müssen mit dem kleinen Kohlenbogenbad für liegende Patienten und nur mit 10 Minuten beginnen, und die Steigerung muß sehr langsam vor sich gehen, oft nur mit 5 Minuten jeden zweiten oder vierten Tag. Wenn die Patienten sich gebessert haben, dürfen sie auf die großen Bäder überführt werden. Sind sie nicht besonders mitgenommen, so steht nichts im Wege, sie mit den großen Bädern und mit 10 bis 15 Minuten beginnen zu lassen. Bei Quecksilberquarzbädern beginnt man mit 5 Minuten und steigt, wie früher erwähnt. Es muß hier wieder eindringlich betont werden, wie notwendig es ist, daran zu denken, die Bestrahlungszeit energisch herabzusetzen, wenn man den Brenner wechselt, da diese Patienten gegen das ausgedehnte schmerzhaftes Erythem, was sonst auftritt, sehr empfindlich sind.

In der ersten Zeit verlieren die Patienten oft etwas an Gewicht, aber nach einigen Wochen hört das auf, worauf sie dann in der Regel wieder reichlich zunehmen.

Im Falle einer Hämoptoë, die hier wie bei jedem, der an Lungentuberkulose leidet, auftreten kann, muß man einige Tage pausieren, aber länger als eine Woche wird es in der Regel nicht nötig sein, mit dem nächsten Bad zu warten.

Wie oben erwähnt, ist es möglich, eine Larynxtuberkulose mit künstlichen Lichtbädern als einziger Therapie zur Ausheilung zu bringen, aber die Behandlungsdauer kann in der Regel sehr beträchtlich abgekürzt werden, wenn man sie mit einer geeigneten intralaryngealen Therapie kombiniert. Es ist daher notwendig, diese eingehender zu besprechen, da der Zeitpunkt ihres Einsetzens nicht gleichgültig ist, sie im Gegenteil mit sehr großer Sorgfalt ausgewählt werden muß, da man durch zu zeitiges Eingreifen großen Schaden verursachen kann. Nimmt man nämlich eine Exzision oder Galvanokautik zu einem zu frühen Zeitpunkt vor, erreicht man in der Regel nur vermehrte Ulzeration, die den Zustand verschlimmert und die Behandlungsdauer verlängert.

Der Zeitpunkt für den intralaryngealen Eingriff ist gekommen, wenn das Allgemeinbefinden wesentlich besser ist, wenn das Gewicht einige Zeit angestiegen ist, und wenn der Patient temperaturfrei ist, kurz, wenn die immunbiologische Reaktion sich wesentlich geändert hat. Viele Autoren, unter anderen BLUMENFELD und SCHROEDER sind darin einig, daß der intralaryngeale Eingriff im großen ganzen erst zu dieser Zeit stattfinden soll.

Die große Uneinigkeit der früheren Zeiten über die Berechtigung des intralaryngealen Eingriffes beruht vermutlich darauf, daß einige zu einer Zeit operiert haben, wo der immunbiologische Zustand schlecht war und haben daher schlechte Resultate bekommen, während andere bei gutem Zustand ihren Eingriff vorgenommen und dadurch bessere Resultate erzielt haben. Wird der Eingriff zu einer falsch gewählten Zeit vorgenommen, wird das Resultat schlecht, mag man nun Lichtbäder gebrauchen oder nicht.

Es erhebt sich nun die Frage, ob es möglich ist, diese Reaktion zu beeinflussen und wie.

Das kann unter anderem durch die Behandlung mit universellen chemischen Lichtbädern geschehen, wie ich schon in früheren Publikationen mitgeteilt habe,

und wie das auch BLUMENFELD erfahren hat, da er schreibt: „Es gelingt durch eine allgemeine Lichtbehandlung nicht allein die Voraussetzung für eine wirkliche Lokalthherapie zu schaffen, sondern auch durch sie allein die Heilung zu bewirken.“ Die intralaryngealen Eingriffe, die zur Anwendung kommen, sind die allgemein bekannten: Exzision und Galvanokaustik.

Es ist eine Selbstverständlichkeit, daß man, wo es überhaupt nur möglich ist, als Hilfsmittel alle zur Verfügung stehenden Mittel, die sonst im Kampf gegen die Tuberkulose angewendet werden, gebrauchen muß, und am besten ist es selbstverständlich, alle diese Kranken, deren Ansteckungsgefahr ja zweifellos ist, in einzelne Sanatorien zu sammeln, wo sich universelle Lichtbehandlung befindet, und die mit einer laryngologischen Abteilung eng verbunden sind.

Der Einwand, der sich hiergegen geltend gemacht hat, daß das inhuman wäre, weil solche Sanatorien das Gepräge der Hoffnungslosigkeit tragen würden, gilt in einer Zeit nicht mehr, wo man mit dieser kombinierten Behandlung einen klinischen Heilungsprozentsatz von 55,6 erzielen kann, eine Zahl, die an einer ganz überwiegend schlecht gestellten armen ambulatorischen Klientel erreicht ist und die man also anscheinend noch sollte beträchtlich verbessern können, wenn man gleichzeitig sanatoriumsmäßige Behandlung anwenden könnte.

Unten soll kurz ein Auszug aus meiner letzten veröffentlichten Statistik wiedergegeben werden, die im ganzen 203 Kranke mit Kehlkopfleidern mit 55,6% klinischer Heilungen umfaßt. Die rezidivfreie Beobachtungszeit war:

0 bis 3 Monate	3 bis 6 Monate	6 bis 12 Monate	12 bis 18 Monate	18 bis 24 Monate	
33	8	17	8	11	
2 bis 3 Jahre	3 bis 4 Jahre	4 bis 5 Jahre	5 bis 6 Jahre	6 bis 7 Jahre	7 bis 8 Jahre
17	6	6	3	1	3

Es muß vermerkt werden, daß dieses Material alle Formen von Larynx-tuberkulose, leichte Fälle ausgenommen, umfaßt, und der größte Teil waren schwere exsudative Formen. Ferner soll erwähnt werden, daß 64 Patienten Schmerzen und Schluckbeschwerden hatten, und daß diese bei 44 schwanden und sich bei 10 besserten.

Der Veranschaulichung des Gesagten dienen die Abb. 1—7.

Alle Patienten wurden kombiniert mit universellen Kohlenlampenbädern und intralaryngeal-chirurgisch behandelt. Das zeigt also, daß die Lichtbehandlung imstande war, einen sehr großen Teil dieser Patienten von ihren schlimmsten subjektiven Beschwerden und dem unerträglichsten Phänomen zu befreien, ein Umstand, der auch von anderen, namentlich von BLEGVAD, hervorgehoben ist. Nähere Einzelheiten findet man im übrigen in der Zeitschr. f. Tuberkul. 1927.

In bezug auf die Frage der Hämoptysen kann bemerkt werden, daß 47 Hämoptoë vor Beginn der Behandlung mit universellen Lichtbädern gehabt hatten, aber nur 8 bekamen Hämoptoë im Lauf der Behandlung, und von diesen hatten nur 3 nicht ein- oder mehrmals vorher Hämoptoë gehabt. Man sieht also, daß man keine übertriebene Angst zu haben braucht, die Patienten dieser Behandlung zu unterwerfen, weil sie zu Hämoptoë disponieren, denn keiner wird wohl die Möglichkeit leugnen wollen, daß diese 3 Patienten, die vorher dieses Symptom nicht dargeboten hatten, auch ihre Hämoptysen würden bekommen haben, wenn sie kein Lichtbad bekommen hätten.

Da ich öfters den Einwand zu hören bekomme, daß die von uns behandelten Patienten wohl nur sehr geringe und leichte Lungentuberkulosen gehabt haben dürften, sei hier für einen Teil unseres Materials das Resultat der Lungen-

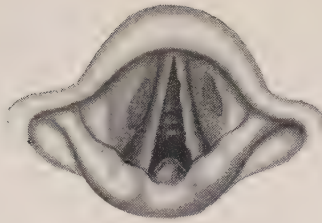


Abb. 1. Ambulanter Patient. Lungenstadium (Turban) II. Im Sputum keine Tuberkelbazillen. Schmerzen und Schluckbeschwerden, nach 103 Lichtbädern geheilt. Rezidivfrei noch nach $3\frac{1}{2}$ Jahren

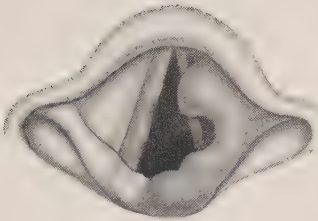


Abb. 2. Ambulanter Patient. Lungenstadium (Turban) II. Im Sputum Tuberkelbazillen. Stimme heiser, nach 239 Lichtbädern geheilt. Rezidivfrei 2 Jahre

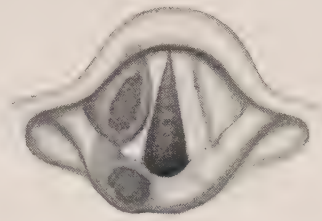


Abb. 3. Ambulanter Patient, 67 Jahre alt, Lungenstadium (Turban) III. Im Sputum keine Tuberkelbazillen. Stimme heiser, Schmerzen und Schluckbeschwerden, nach 32 Lichtbädern und gewöhnlicher intralaryngealer Behandlung geheilt. Rezidivfrei 16 Monate

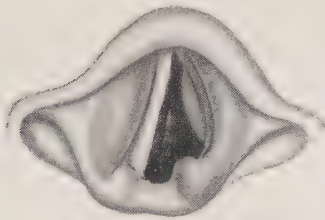


Abb. 4. Ambulanter Patient. Lungenstadium (Turban) II. Im Sputum Tuberkelbazillen. Stimme heiser, Schmerzen und Schluckbeschwerden

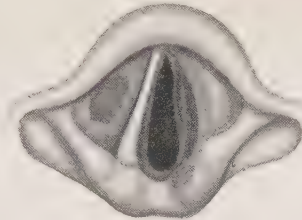


Abb. 5. Fall wie Abb. 4, 3 Monate später. Erhebliche Verschlimmerung wegen einer zu frühzeitig ausgeführten Exzision. Nach 104 Lichtbädern geheilt. Rezidivfrei 1 Jahr

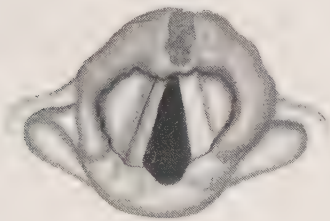


Abb. 6. Lungenstadium (Turban) III. Im Sputum Tuberkelbazillen. Stimme heiser, Schmerzen und Schluckbeschwerden. Nach 45 Lichtbädern geheilt. Rezidivfrei 2 Jahre 4 Monate

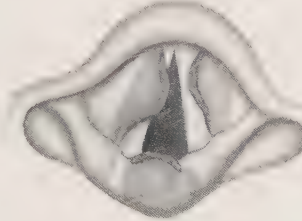


Abb. 7. Ambulanter Patient. Lungenstadium (Turban) II. Im Sputum Tuberkelbazillen. Stimme heiser, Schmerzen und Schluckbeschwerden. Nach 124 Lichtbädern geheilt. Rezidivfrei 5 Jahre 5 Monate

untersuchungen mitgeteilt, das von unserem jetzigen Konsiliarius für Lungentuberkulose, Oberarzt OSTENFELD, herrührt, der jedoch erst zu einem so späten Zeitpunkt zugezogen ist, daß seine Untersuchungen nur 60 Patienten umfassen, von denen 16 im ersten Stadium (Turban), 17 im zweiten und 25 im dritten Stadium waren, während 2 Pleuritis hatten. Von den 16 im ersten Stadium besserte sich die Lungenerkrankung bei 7, sie war stationär bei 9, während bei keinem eine Propagation auftrat. Bei den 17 im zweiten Stadium besserte sie sich bei 6, bei 7 war sie stationär und in 4 Fällen kam es zur Propagation. Bei 25 im dritten Stadium besserte sich die Lungenerkrankung bei 5, bei 13 war sie stationär und bei 7 kam es zur Propagation.

Auf Grund dieser Zahlen, die von einem hervorragenden Spezialisten für Lungentuberkulose herrühren, verstehe ich die Angst einiger Lungenspezialisten nicht ganz, die sie vor der Anwendung des universellen Lichtbades haben. (Vergleiche auch RUBOW und WÜRTZEN: Lichtbehandlung bei Lungentuberkulose. Hospitalst. 1915.)

Die hier mitgeteilten Resultate rühren zum größten Teil von Patienten her, die mit Kohlenbogenbädern behandelt waren; nur ganz wenige wurden mit Quecksilberquarzbädern behandelt.

Die Dauer der Behandlung muß auf 4 bis 15 bis 16 Monate angesetzt werden.

Wie oben erwähnt, haben STILLMANN und SORGO Larynxtuberkulose durch Lokalbestrahlung mittels reflektierten Sonnenlichts behandelt.

SORGO reflektiert mit einem Kehlkopfspiegel und wendet eine Bestrahlungszeit von 10 bis 30 Minuten für die Sitzung an. KÜHNWALD, KOCH, JURASZ, JANSSEN, BÄR, REIGNIER u. v. a. berichten auch von günstigen Erfolgen bei dieser Behandlungsart, die jedoch auf so vielfache verschiedene Arten modifiziert und geändert ist, daß man den Eindruck bekommt, daß keine der bisher angewandten ganz zufriedenstellend gewesen war; aber die Frage der Lokalbestrahlung des Larynx soll später erörtert werden. SCHROEDER und RUEDI sind von dieser Lokalbehandlung nicht befriedigt. Besondere Apparate zur Sonnenbestrahlung des Larynx mit reflektiertem Licht sind von ALEXANDER und PHILIP angegeben, die ein System von drei Larynxspiegeln anwenden, das manchmal mit äußerer Bestrahlung des Kehlkopfes kombiniert wird; ferner von KOWLER, SAUPIQUET u. a., aber es liegen, so weit ich feststellen kann, aus der letzten Zeit keine Mitteilungen über eine größere Zahl von Fällen vor. Reflektiertes Sonnenlicht oder künstliche Hochgebirgssonne wird von KELLNER angewendet und STRAUSS wendet die Ultrasonne teils zur direkten, teils zur indirekten intralaryngealen Bestrahlung an. STRAUSS bestrahlt auch den Larynx von außen, sieht aber bessere Wirkung bei der ersten Methode. Wenn STRAUSS anführt, daß die Patienten bei Bestrahlung außen am Larynx Erleichterung fühlen, die auch objektiv nachgewiesen werden kann, so muß das davon herrühren, daß sie so lange bestrahlt werden, daß die Bestrahlung eventuell wie ein Teil eines universellen Lichtbades wirkt, anders läßt sich das nicht verstehen. In der letzten Zeit sind Mitteilungen von Lokalbestrahlung der Larynxtuberkulose von CEMACH erschienen, von BUMBA und von WESSELY, die das Licht zur direkten Bestrahlung des Larynx und in einigen Fällen reflektiertes Licht anwenden.

Am FINSEN-Institut in Kopenhagen haben wir seit verschiedenen Jahren die Behandlung des Larynx mit reflektiertem Licht versucht, haben aber diese Methode wieder verlassen, teils, weil es uns nicht gelang, einen Spiegelbeleg zu finden, der den chemischen Strahlen gestattete, auch nur in einigermaßen an-

nehmbarer Menge den Kehlkopf zu erreichen, was bei den gewöhnlichen Spiegeln nicht der Fall sein kann, da fast alles chemische Licht absorbiert wird. Wir haben sowohl Silber als auch Quecksilber und verschiedene andere Belege versucht, aber keiner konnte recht befriedigen. Ferner muß man sich vor Augen halten, daß die Lichtquantitäten, selbst wenn es wirklich gelingen sollte, einen brauchbaren Spiegel zu finden, wenn sie den Larynx erreichen, so gering sein würden, daß man zur Erlangung eines Effektes eine unglaublich lange Zeit dieselbe Stelle bestrahlen müßte. Eine besonders lange Bestrahlung wäre auch wegen des langen Abstandes zwischen Lichtquelle und Bestrahlungsstelle erforderlich, da die Lichtintensität im Quadrat der Entfernung abnimmt. Außerdem würde es unmöglich sein, einen Kehlkopfspiegel so lange, wie es erforderlich ist, damit das Licht während einer langen Zeit ständig denselben Fleck trifft, ohne ihn zu bewegen, ruhig zu halten, und man muß bedenken, daß nur eine sehr geringe Änderung in der Spiegelstellung, oder, falls dieser fixiert ist, in des Patienten Stellung, den Einfallswinkel des Lichtes vollständig verändern wird, so daß man schließlich eine sehr geringe Menge chemisches Licht auf verschiedene Larynxstellen reflektiert bekommt, von denen einige vielleicht die Stellen sind, die bestrahlt werden sollen; aber daneben bekommt man auch einige Wärmestrahlen, die vielleicht Hyperämie hervorrufen, die aber auch Verbrennungen bewirken können. Wir haben daher bis auf weiteres die Versuche, auf diesem Wege etwas zu erreichen, eingestellt, die nach dem Vorliegenden auch mehr Kuriositätsinteresse zu haben scheinen, während sie für den Kranken ermüdend und meist sehr unbequem sind.

Die direkte Projektion des künstlichen Lichtes in den Larynx geschieht auf verschiedene Weise. BUMBA benutzt die BACH-Lampe, deren Licht er durch SEIFFERTS Autoskop in den Larynx hineinläßt. CEMACH hat einen ziemlich komplizierten Apparat konstruiert, wo das Licht einer KROMAYER-Lampe direkt in den Larynx geleitet wird. Den Vorteil dieser vor der BUMBAschen Methode sieht CEMACH darin, daß die Lichtquelle vom Patienten weiter entfernt sein kann, wobei die Gefahr der Verbrennungen von Lippen und Zahnfleisch soll vermieden werden können. Die Bestrahlungszeit muß nach den früheren Auseinandersetzungen dabei bedeutend länger sein, um die gleiche Lichtwirkung zu erzielen.

WESSELY verwendet konzentriertes Licht einer wassergekühlten Kohlenbogenlampe mit besonders imprägnierten Kohlen, wodurch das blaue Ende des Kohlenbogenspektrums komplettiert wird. Bei Verwendung von reflektiertem Licht wird ein Spiegel von rostfreiem Stahl benutzt; dieser wird mittels eines Halters an dem vorher kokainisierten Gaumen befestigt. Bei direkter Bestrahlung wird die Schwebelaryngoskopie angewendet. Es wird jeden zweiten Tag zu Anfang, später in längeren Zwischenräumen behandelt, und die Sitzungsdauer beträgt 7 bis 10 Minuten. Die Behandlungsdauer wird von wenigen Wochen bis zu 1½ Jahren angegeben. WESSELYS Methode, mit der er ebenso wie CEMACH und BUMBA mit der ihren, gute Resultate haben soll, hat in meinen Augen einige Übelstände, da die so häufige Kokainisierung eines Patienten als eine unglückselige Angelegenheit angesehen werden muß; ferner wird das in den Larynx dringende Licht sehr gering sein, wie ich das oben unter den Kehlkopfspiegeln erwähnt habe. Weiter werden besonders imprägnierte Kohlen verwendet, deren Imprägnierungsmittel allerdings nicht angegeben wird, aber da das Kohlenbogenlicht an allen Strahlenqualitäten reich ist, wenn die richtigen Kohlen und Kohlengrößen verwendet werden, und da die Vermehrung des blauen Endes des Spektrums erwähnt wird, geht man mit der Annahme kaum sehr fehl, daß die Menge der kurzwelligen, schwach penetrierenden Strahlen vermehrt wird,

was durch Zusatz von Metallsalzen zu den Kohlen geschehen kann. Aber aus den früher erwähnten Gründen ist es gerade nicht wünschenswert, die Menge dieser kurzwelligen, schwach penetrierenden Strahlen zu vermehren. Schließlich scheint es nicht sehr empfehlenswert, wirklich kranke Patienten mit einer schweren Kehlkopftuberkulose in Schwebelaryngoskopie zu halten, und namentlich nicht so häufig, wie es diese Methode erfordert. Nun steht ja allerdings ganz zweifellos fest, daß mit diesen Methoden Erfolge erzielt sind, aber ich nehme an, daß die Ursache eine andere als die Bestrahlung im Kehlkopf ist, worauf ich später zurückkommen will. Was jedoch den überraschen muß, der viele Jahre hindurch sich mit der Lichttherapie beschäftigt hat, ist die verblüffend kurze Bestrahlungszeit bei einer doch nicht ganz geringen Distanz, was mit den bisher in der Lichttherapie bekannten und für richtig gehaltenen Prinzipien, namentlich der Tuberkulose gegenüber, vollständig zu brechen scheint.

Gegen BUMBAS, CEMACHS und WESSELYS Methoden im allgemeinen kann der Einwand erhoben werden, daß eine wirklich exakte Bestrahlung einer einzelnen Stelle im Larynx sicher außerordentlich schwierig ist; dann können diese Methoden nicht bei allen Formen von Larynxtuberkulose angewandt werden, z. B. vor allem nicht am Sinus MORGAGNI oder an der Unterfläche der Stimmbänder, und liegt eine wirklich ausgedehnte Tuberkulose im Larynx vor, muß das doch eine unmäßige Zeit in Anspruch nehmen, das Ganze durchzubestrahlen. Falls die Methode wie eine wirkliche Lokalbehandlung effektiv wäre, müßte man dann bei diffusen Erkrankungen die wenigen Stellen sehen, die einer Ausheilung durch die Bestrahlung wirklich zugänglich waren, während alles andere tuberkulöse Gewebe unverändert oder fast unverändert dastehen sollte. Man darf ja nämlich nicht vergessen, daß zur Erzielung eines therapeutischen Effekts es nicht genügt, Licht in den Larynx zu projizieren; man muß auch dafür sorgen, daß es so senkrecht wie möglich auf die Bestrahlungsstellen fällt, da die parallel zur Affektion fallenden Strahlen keinen oder fast keinen Einfluß haben. Es ist daher schwer zu verstehen, wie diese Bestrahlungsart wirken soll, wenn man sie unter dem Gesichtswinkel Lokalbestrahlung betrachtet. Eher scheint mir der therapeutische Effekt vom chemischen Licht herrühren zu können, das die Schleimhäute im allgemeinen trifft, also sowohl im Kehlkopf als auch auf dem Wege dahin, so daß der Erfolg möglicherweise auf die Bestrahlung im allgemeinen und nicht auf die besondere des Larynx zurückgeführt werden könnte, worauf ich schon früher (Wiesbaden, März 1925) aufmerksam gemacht habe. Im allgemeinen würde es sicher nicht möglich sein, ein tuberkulöses Ulkus oder eine Infiltration, z. B. in der Mundhöhle oder auf der Gingiva, durch Bestrahlung auf diese Art und mit so kurzer Bestrahlungszeit, mit dem Lichtspender auf so langer Distanz, zum Schwinden zu bringen. Scheint der Zweifel, daß die Resultate eine Folge der direkten Larynxbestrahlung sind, auch vorläufig berechtigt, so kann die Möglichkeit, daß es sich um eine Lichtwirkung handelt, keineswegs ganz abgewiesen werden.

RUBOW hat nämlich nachgewiesen, daß sich bei isolierter Belichtung eines Teiles des Gesichtes mit nicht konzentriertem Kohlenbogenlicht, was nur ein kleines Erythem an der Wange oder der Schläfe ergab, am nächsten Tag eine weit bedeutendere universelle Steigerung der Hauttemperatur — an der Vorderseite der Brust gemessen — von 2 bis 3 Grad fand. RUBOW tat ferner dar, daß das Licht als motorisches Inzitant und somit als Stoffwechselinzitant wirkt. Ferner hat SONNE im Kopenhagener FINSSEN-Institut gezeigt, daß das Vermögen der universellen Lichtbehandlung, eine experimentelle Rachitis bei Ratten zu heilen, auch wenn ihnen während der Behandlung antirachitische

Vitamine und phosphorarme Kost verabreicht wird, darauf beruht, daß der Darm bei Lichtbehandlung in 1 m Distanz oder mehr imstande ist, die geringe Phosphormenge der Nahrung weit besser auszunutzen, als wenn dem Tier kein Licht gegeben wird. Ferner hat BLUMENFELD „durch Bestrahlung des Brustkastens bei Patienten, bei denen chirurgische Behandlung ausgeschlossen schien, Besserungen gefunden, die nach dem ganzen Stande der Krankheit als wunderbar bezeichnet werden müssen“.

Ob diese Verhältnisse, wie oben erwähnt, sich hier geltend machen, weiß ich selbstverständlich nicht; aber die Lokalbehandlung des Larynx ist auf die angegebenen Arten unter allen Umständen für den Patienten beschwerlich und erfordert ein besonderes Armamentarium.

Es würde daher weit leichter sein, die universelle Lichtbehandlung allein oder als kombinierte Behandlung anzuwenden. Hiezu kommt nun auch, daß von LEICHER ein Einwand gegen die Wirksamkeit dieser Behandlungsarten erhoben ist. LEICHER macht darauf aufmerksam, daß das wichtigste Gesetz für jede Lokalbestrahlung das Kosinusetz ist, das besagt, daß „die Beleuchtungsstärke (Lichtintensität) einer ebenen Fläche dem Kosinus des Einfallswinkels proportional“ ist. Bestrahlt man also einen zylinderförmigen Körper, z. B. einen Arm oder ein Bein in einer bestimmten Richtung, sieht man bei genügend starker Dosierung, daß da, wo die Strahlen senkrecht oder annähernd senkrecht fallen, ein intensives Erythem zustande kommt, das vollständig da ausbleibt, wo die Strahlen mehr tangential fallen, und LEICHER betont deshalb, daß die „Abhängigkeit der Beleuchtungsstärke von der Neigung der beleuchteten Fläche gegen die Richtung der einfallenden Strahlen besonders für die örtliche Bestrahlung der inneren Nase und des Kehlkopfes eine Schwierigkeit bedeutet, die bei allen Fortschritten der instrumentellen und Apparatetechnik niemals vergessen werden darf“. LEICHER glaubt deshalb auch, daß CEMACHS und WESSELYS Resultate auf einer biologischen Allgemeinwirkung beruhen, und er steht auf demselben Standpunkt wie ich, daß die universelle Lichtbehandlung bei Kehlkopftuberkulose vorzuziehen ist.

Bei Lupus vulgaris gibt das universelle Kohlenbogenbad vorzügliche Resultate, aber im Gegensatze zu dem, was bei Larynxtuberkulose der Fall ist, wende ich fast niemals eine intralaryngeale Hilfsbehandlung an, da die Erfahrung gezeigt hat, daß das überflüssig ist, ja, bei der großen Neigung dieser Krankheit zu Vernarbungen sogar schädlich wirken kann.

II. Tuberkulöse Nasenerkrankungen

Wie bei jeder oto-rhino-laryngologischen Tuberkulose muß man auch bei den verschiedenen Formen der Nasentuberkulose das universelle Lichtbad als Hauptbehandlungsmittel anwenden, aber das schnellste Resultat erreicht man, wie an anderen Stellen, durch Anwendung geeigneter Lokalbehandlung. Selbst wenn eine anscheinend isolierte Tuberkulose des Vestibulum nasi vorliegt, die man imstande ist durch eine Lokalbehandlung mit konzentriertem Kohlenbogenlicht zu beherrschen, muß man doch universelle Lichtbäder verabfolgen, da man ja nie vergessen darf, daß die lokalisierte Tuberkulose unter dem Gesichtswinkel eines lokalen Symptoms bei einem konstitutionellen Leiden betrachtet werden muß, das seine besondere Behandlung fordert. Mit anderen Worten: Es gilt, nicht allein das Symptom, sondern die zugrunde liegende Erkrankung zu behandeln.

Wo es sich anscheinend also nur um einen vestibulären Lupus handelt, muß man außer mit universellen Lichtbädern auch sofort die Lokalbehandlung

mit konzentriertem Licht beginnen. Als Druckapparat eignet sich für das Vestibulum am meisten der Trichter oder das Prisma.

Bei Prismen- und Trichterbehandlung muß man täglich zwei Sitzungen hintereinander auf denselben Fleck verabfolgen. Jede Sitzung hat eine Dauer von 70 Minuten, so daß der Patient also eine Gesamtbestrahlung von 140 Minuten täglich auf denselben Fleck bekommt. Es kommt dabei eine Reaktion zustande, die sich durch Rötung, Sukkulenz und Empfindlichkeit, zuweilen auch durch Schmerzen äußert.

Man muß mit der Bestrahlung so viele Tage hintereinander fortfahren, wie die Reaktionen es irgendwie zulassen, und solange der Patient es wegen der Empfindlichkeit, die die Reaktion begleitet, vertragen kann. Es muß energisch betont werden, daß der Druckapparat, der an der zu behandelnden Stelle Blutleere bewirken soll, fest gegen die Haut liegen soll. Wenn im Vestibulum eine Reaktion der Haut besteht, verursacht die im Moment des Anlegens etwas Schmerzen, aber sie verschwindet nach einigen Sekunden völlig und bleibt fort, wenn nur der Druckapparat vollständig ruhig und unter ganz gleichmäßigem Druck gehalten wird.

Falls sich im Druckapparat eine Wasserblase zeigt, muß diese durch eine kurze Kompression der Schlange beseitigt werden; hilft das nicht, muß der Druckapparat fortgenommen und erst wieder angelegt werden, wenn die Blase entfernt ist. Die Stellung des Druckapparates zum Kompressionsapparat ist früher besprochen.

Nach einer vollständigen Durchbehandlung der Vestibularaffektion muß man einige Tage pausieren, bis die empfindlichen Reaktionen sich verloren haben; aber danach muß man die Lokalbehandlung wieder beginnen und mit ihnen, nur von den erwähnten Pausen unterbrochen, fortfahren, bis alles geschwunden ist, um dann den Patienten einer regelmäßig wiederkehrenden Untersuchung zu unterwerfen, und bei dem geringsten Zeichen restierender oder rezidivierender Knötchen muß man sofort eine neue energische Durchbehandlung verabfolgen.

Findet sich ein Lupus an der Nasenschleimhaut selbst, muß man hier die Lokalbehandlung in Verbindung mit dem Lichtbad anwenden. Es sind wohl Apparate angegeben, die zur Lichtbehandlung höher sitzender Lupusaffektionen der Nasenschleimhaut geeignet sein sollen, aber für den, der damit vertraut ist, wie ein Lupus der Nasenschleimhaut in der Regel in zahlreichen verschiedenen Foci verstreut ist, muß der Versuch dieser Art Lichtbehandlung absolut abgewiesen werden, namentlich unter Berücksichtigung der Unmöglichkeit, hier einen Druckapparat unter Kontrolle der Augen anzubringen. Man darf jedoch niemals vergessen, daß es sich nicht darum handelt, das Licht um jeden Preis anzuwenden, sondern den Patienten so schnell als möglich zu heilen.

Die am besten geeignete Form der Lokalbehandlung des Lupus der Nasenschleimhaut ist die Elektrokoagulation und bei anscheinend isolierten Affektionen auf den Conchae, die Turbinektomie nach der von STRANDBERG angegebenen Methode. Der Zeitpunkt des Eingriffes ist beim Lupus nicht von der gleichen Bedeutung wie z. B. bei Larynx tuberkulose, da die immunbiologische Reaktion beim Lupus in der Regel weit besser als bei andern Tuberkuloseformen ist.

Betreffs anderer Formen von Lokalbehandlung beim Lupus als Licht und die oben erwähnten, sei auf STRANDBERG verwiesen: *The Treatment of Rhinolaryngological Lupus vulgaris*. *Acta oto-Laryngologica*, vol. VI. 1924, wo man auch eine Statistik über 435 Fälle von Lupus vulgaris mit 86,6% Heilungen und einer rezidivfreien Beobachtungszeit von bis zu zehn Jahren finden wird. Von diesen Patienten hatten 410 Lupus der Nasenschleimhaut.

Bei der eigentlichen Tuberkulose der Nasenschleimhaut, die in der Regel am Septum in Form von unterminierten schmerzhaften Ulzerationen auftritt, ist das Verhalten ein ganz anderes, da die immunbiologische Reaktion bei diesen Patienten in der Regel sehr stark herabgesetzt ist. Man darf deshalb, wie des näheren unter der Behandlung der Larynxtuberkulose entwickelt ist, keinerlei chirurgischen Eingriff vornehmen, bevor man durch die universelle Lichtbehandlung die immunbiologische Reaktion nicht gebessert hat. Die einzige Lokalbehandlung, die man hier vornehmen darf, ist meiner Meinung nach die Behandlung mit konzentriertem Licht, falls die Ulzerationen so weit vorn sitzen, daß man sie mit einem Prisma erreichen kann. Nicht einmal Elektrokoagulation darf man anwenden, da man dadurch häufig nur ein kleineres Ulkus in ein größeres verwandeln wird.

III. Tuberkulose der Nasennebenhöhlen

Bei dieser Form von Tuberkulose werden wie bei den anderen zu allernächst die universellen Lichtbäder angewendet. Ist die immunbiologische Reaktion gut, darf man die Ausräumung nach den üblichen Prinzipien vornehmen und gleichzeitig mit den Lichtbädern beginnen. Ist das nicht der Fall, muß man, falls keine vitalen Indikationen zum Eingriff vorliegen, abwarten, bis man eine Änderung dieses Verhaltens durch das Lichtbad erreicht hat. Ist das Leiden mit Hautfisteln kompliziert, muß der Kanal geöffnet und dann mit konzentriertem Licht und geeigneten Druckapparaten behandelt werden, oder man kann auch die Granulationen vorsichtig ganz oberflächlich im Fistelkanal abschaben und dann, wie oben erwähnt, vorgehen. Die Fälle von z. B. fistulöser Ethmoidaltuberkulose, die ich auf diese Weise behandelt habe, haben vorzügliche Resultate gegeben.

IV. Tuberkulose des Mundes, Rachens und des Nasenrachenraumes

Der Modus ist ganz der gleiche, wie er unter Nasenlupus und Tuberkulose erwähnt ist. Als unterstützende Behandlung bei so großem Lupus, daß er zur Exstirpation ungeeignet ist, ist die Behandlung der Gingivae und der Zunge mit konzentriertem Licht von sehr großem Wert.

V. Tuberkulöse Ohrenerkrankungen

Über die Sonnenbehandlung tuberkulöser Ohrenerkrankungen liegt keine große Literatur vor. BERNHARD erwähnt die Behandlung nur ganz kurz, aber er hat doch sowohl lokal im Mittelohr mit Bestrahlungen durch einen Ohrtrichter behandelt, als auch radikaloperierte Patienten mit Erfolg nachbehandelt, bei denen die Operationshöhle sich nicht epidermisieren wollte. ROLLIER teilt in seiner Statistik aus dem Jahre 1924 drei Fälle von Ohrentuberkulose mit, die alle geheilt sind. Außer diesen und CEMACHS früher mitgeteilten Arbeiten liegen keine größeren Arbeiten über Sonnenbehandlung der Ohrentuberkulose mit Sonnenlicht vor. Über die Behandlung mit künstlichen Lichtbädern liegt STRANDBERGS früher erwähnte Mitteilung vor, und dann hat BLEGVAD einen Fall von subperiostalem retroaurikulärem Abszeß veröffentlicht, der bei einem Patienten mit Lungentuberkulose allein auf universelle Kohlenbogenbäder schwand.

In bezug auf BERNHARDS Mitteilung schreibt er, daß er purulente tuberkulöse perforierte Otitis med. mit direkter Heliotherapie unter Benutzung des Ohrenspiegels behandelt und beobachtet, daß die Sekretion deutlich abnimmt

und daß vorhandene tuberkulöse Granulationen einschrumpfen und abgestoßen werden. Er nachbehandelt auch, wie erwähnt, radikaloperierte Patienten mit befriedigendem Resultat sowie prophylaktisch zur Vermeidung von Rezidiven. Es geht nicht mit genügender Deutlichkeit hervor, ob es sich in den zwei letzten Fällen um Lokal- oder universelle Behandlung handelt. Beides ist möglich. Im ersten Fall wird jedoch ausdrücklich gesagt, daß es sich um Lokalbehandlung durch den Gehörgang handelt, aber leider liegt nichts Näheres über die Diagnose vor, die ja gerade ohne Impfung oder histologische Untersuchung zu den schwerst zu stellenden gehört. Aber dann sind stark luxurierende Mittelohrtuberkulosen in der Regel mit einer ausgedehnten Tuberkulose im übrigen Os temporale kompliziert, und man versteht schwer, daß diese durch Lokalbestrahlung des Mittelohrs sollte ausgeheilt werden können. Hat es sich dagegen um eine chronische Otitis auf anderer Basis gehandelt, so versteht man die ausgezeichneten Resultate sehr wohl, da es ja nicht zu den Seltenheiten gehört, daß eine Otitis med. supp. chron. mit Polypenbildung ausheilt, wenn die Polypen minutiös entfernt werden, und das geschieht ja gerade durch die direkte Sonnenbehandlung. Jedenfalls muß ich nach den Erfahrungen, die ich auf dem Gebiet der tuberkulösen Mittelohrentzündung habe, davon abraten, ein Mittelohr direkt zu bestrahlen, bevor man sich durch ein Röntgenbild absolute Sicherheit verschafft hat, daß sich im übrigen Schläfenbein keine Komplikationen finden. Weiß man sicher, daß das Leiden auf das Mittelohr beschränkt ist, wird die lokale Lichtanwendung indiziert sein, aber was mich betrifft, so würde ich sie immer mit universeller Lichtbehandlung kombinieren, was BERNHARD sicher auch tut. Man muß ja auch bedenken, daß der zitierte Passus aus „Die Sonnenlichtbehandlung“ eine kurze Bemerkung ist, bei der BERNHARD auf die Frage nicht weiter eingeht.

Wie schon gesagt, ist die Diagnose der tuberkulösen Ohrenentzündung oft sehr schwierig, da sich im Mittelohrsekret in der Regel äußerst wenige, wenn überhaupt irgend welche Bazillen finden, deren Nachweis durch direkte Mikroskopie gelingen kann, und die Verwechslung mit anderen ist obendrein sehr leicht. Impfung auf Meerschweinchen ist eine sehr langsame Methode, wo es auf schnelle Diagnose ankommt, und kann auch leicht mißlingen, unter anderem, weil das Gehörgangssekret sehr häufig eine sehr reiche Bakterienflora enthält.

Hat man Verdacht auf Mittelohrtuberkulose, gilt es als unabweisbare Notwendigkeit, eine Lichtbehandlung nicht früher zu beginnen, als man durch ein Röntgenbild sich Aufklärung über die Verhältnisse im Processus mastoideus und den übrigen Teilen des Os temporale verschafft hat. Die gleiche Art des Vorgehens muß man übrigens vor Beginn der Lichtbehandlung jedes Patienten mit Mittelohrweiterung befolgen, selbst wenn es nicht dieses Leiden ist, das die Lichttherapie indiziert. Aber man muß das Os temporale des weiteren jeden dritten bis vierten Monat oder häufiger durch eine Röntgenphotographie kontrollieren. Bei der Behandlung anderer tuberkulöser Erkrankungen, die der Inspektion direkt zugänglich sind, sieht man nämlich, daß während des Lichtbades von ihnen eine sehr starke Sekretion ausgeht. Diese Exsudation kann in dieser Region (Os temporale) nicht genügenden Abfluß finden und kann daher Anlaß zu Komplikationen geben. Solche werden wohl in der Regel bei nicht tuberkulösen Affektionen Anlaß zu Temperatursteigerungen und Druckempfindlichkeit geben, aber namentlich bei der tuberkulösen Ostitis braucht das nicht der Fall zu sein, weshalb sie sich unbemerkt ausbreiten kann und ernste Kalamitäten auftreten können. Im Gegensatz zu CEMACH, der den Eindruck hat, daß die Operation meist überflüssig ist, stehe ich auf dem Standpunkt, daß man

überall, wo man den Verdacht einer Tuberkulose im Processus mastoideus oder angrenzender Teile des Os temporale hat, sofern der Zustand des Patienten es nur einigermaßen erlaubt, die möglichst gründliche Ausräumung alles anscheinend kranken Gewebes und aller zugänglichen Zellen vornehmen muß, selbst wenn diese makroskopisch nicht ergriffen scheinen, wobei man jedoch versuchen soll, das Mittelohr möglichst zu schonen, um es dann mit universellen Lichtbädern zu behandeln. Handelt es sich um einen sehr mitgenommenen Patienten, und namentlich bei Kindern unter zwei Jahren, kann man sich zunächst damit begnügen, eine „ossöse Inzision“ vorzunehmen, d. h. nach Spaltung der Weichteile die Corticalis entfernen, um dann mit einem scharfen Löffel einen Teil von dem Antrum auszuräumen. Der Eingriff dauert nur einige wenige Minuten und kann bei Erwachsenen in Lokalanästhesie, bei Kindern in einem leichten und sehr kurzen Chloräthylrausch vorgenommen werden. Schon am nächsten Tag wird man in der Regel mit kurzen universellen Lichtbädern beginnen können, und wenn die Patienten sich erholt haben, kann man die oben besprochene sorgfältige Ausräumung vornehmen.

Die Meinungen über den chirurgischen Eingriff in anderen Regionen sind ja etwas geteilt. BERNHARD nimmt ihn vor, während ROLLIER ihn nicht für richtig hält, von der Anschauung aus, daß man nie eine geschlossene Tuberkulose in eine offene verwandeln soll, da die Möglichkeit der Mischinfektion, die ROLLIER für sehr groß hält, vorhanden ist. Diese Betrachtung kann indessen gegenüber der komplizierten Mittelohrtuberkulose ja nicht geltend gemacht werden, die ja gerade eine offene Tuberkulose ist, die obendrein dem großen Risiko der Mischinfektion in hohem Grad und dauernd ausgesetzt ist.

Ist die Ausräumung nach den oben angeführten Prinzipien erfolgt, habe ich im späteren Verlauf, wenn nur die Patienten ihre universellen Kohlenbogenbäder bekommen, niemals die Operationswunden gesehen, wie sie einzelne, namentlich CEMACH, schildern, dagegen habe ich aber öfters solche Wundkavitäten bei Patienten gesehen, wo man sich damit begnügte, alles anscheinend Kranke, wie es heißt, zu entfernen, oder wo man unterlassen hat, mit Licht zu behandeln, und sich nur darauf verlassen hat, daß der chirurgische Eingriff allein imstande wäre, die Sachlage zu klären.

Wenn es sich in den ersten Jahren meiner Beschäftigung mit der Behandlung der Mittelohrtuberkulose manchmal als notwendig erwies, einzelne Patienten zu revidieren, so erwies es sich immer, daß die Zellausräumung nicht genügend gründlich gewesen war, und daß sich Zellreste entweder im Winkel oder in der hinteren Gehörgangswand fanden, wo man mit Rücksicht auf den Facialis es nicht glaubte verantworten zu können, gleich beim ersten Eingriff tiefer einzugehen.

Es dürfte jedoch auch naheliegend erscheinen, daß man durch operative Entfernung des vorher destruierten Knochengewebes die Behandlungsdauer abkürzen könnte, und daß man die Chancen der Mischinfektion und intrakranieller Komplikationen in hohem Grad verringern könnte. Ist man zur Radikaloperation genötigt, so bin ich zu der Anschauung gekommen, daß man niemals nähen soll, und daß man den medialen Gehörgangsabschnitt entfernen soll, da man im voraus nicht sicher sein kann, daß hier nicht eine beginnende Weichteiltuberkulose vorhanden ist, die später die größten Unannehmlichkeiten verursachen kann. Es ist eine Selbstverständlichkeit, daß man auch die retroaurikuläre Wunde nicht primär nähen darf, selbst wenn man nicht die Radikaloperation gemacht hat. So schnell wie möglich soll man nach der Operation mit den universellen Lichtbädern nach den früher angegebenen Methoden beginnen,

und in der Regel wird nichts im Wege sein, schon am dritten Tag oder früher damit zu beginnen. Während der ersten Bäder soll man die Jodoformgazetampons in der Wunde liegen lassen, aber den ganzen äußeren Verband während des Lichtbades entfernen. Nach dem Lichtbad wechselt man dann die Tamponade und ersetzt sie durch eine neue. Später läßt man dann die Wunde während des Lichtbades ganz ohne Tamponade oder Verband, auch kann es hier nützlich sein, während der universellen Bestrahlung eine Lampe aufzustellen, die die Wunde gleichzeitig einige Zeit bestrahlen kann, aber man soll daran denken, daß es in solchen Fällen nicht vorteilhaft sein wird, mit Lapisgaze zwischen den Behandlungen zu tamponieren.

Während des Lichtbades wird man oft eine stark sickernde Sekretion der Wunde beobachten, die mehrere Stunden nach Abschluß des Kohlenbogenbades anhalten kann. Diese Exsudation kann einen gräulichen Überzug auf den Granulationen verursachen, so daß diese nicht so lebhaft rot und frisch wie sonst aussehen, aber das ist ohne Bedeutung und hört in der Regel nach einiger Zeit wieder auf.

Falls sich Zeichen von Tuberkulose des Gehörganges zeigen, soll man diesen freilegen und eine Plastik vornehmen, die die lokale Behandlung mit konzentriertem Kohlenbogenlicht in der früher angegebenen Weise gestatten. Es wird hier in der Regel notwendig sein, als Druckapparat den trichterförmigen anzuwenden; bei sehr tiefliegenden Ulzerationen muß der früher erwähnte, zu diesem Zweck besonders konstruierte Trichter angewandt werden. Breitet sich die Tuberkulose auf die Haut aus, muß man gleichfalls Behandlung mit konzentriertem Licht und den Druckapparat anwenden, aber ich habe das nur bei zwei Patienten gesehen, die beide, lange Zeit bevor sie in Lichtbadbehandlung kamen, operiert waren, und das ist gerade einer der Hauptpunkte bei dieser Behandlungsart, daß die Lichtbäder so zeitig wie überhaupt möglich eingesetzt werden sollen, da die Resultate dann am besten werden. Wenn der Wundverlauf normal verläuft, kommt es zu den gewöhnlichen derben Granulationen, die, wenn man aus einem oder dem anderen Grund mit den Lichtbädern eine Zeitlang aufhören muß, großblättrig werden und stark sezernieren. In solchem Fall müssen sie sofort, am besten mit dem scharfen Löffel entfernt werden. Einige schlagen vor, sie durch direkte Bestrahlung mit unfiltriertem Quecksilberquarzlicht zu entfernen. Treten diese Granulationen trotz regelmäßiger Lichtbäder auf, so ist das in der Regel ein Zeichen mangelhafter operativer Ausräumung, was das Röntgenbild aufklären wird, und in solchen Fällen muß man eine erneute Revision vornehmen.

Benutzt man universelle Kohlenbogenbäder, müssen die Patienten mit den kleinen Lampen beginnen, da sie in der ersten Zeit das Sitzen nicht vertragen, und Kinder müssen aus den früher erwähnten Gründen während der ganzen Zeit liegen. Bei Erwachsenen kann man mit 15 bis 20 Minuten anfangen und dann jeden zweiten Tag um 10 bis 15 Minuten bis zu 2½ Stunden ansteigen. Frauen sollen jedoch täglich Bäder bekommen. Wenn die Patienten das Sitzen aushalten, sollen sie auf die großen Lampen überführt werden, aber man beginnt hier mit kürzeren Zeiten, als sie bei den kleinen Lampen hatten. Kinder beginnen, wenn sie ganz klein sind, mit 10 Minuten und steigen jeden zweiten Tag um 10 Minuten bis zu 2 Stunden. Verwendet man Quecksilberquarzbäder, so kann man bei der JESONEK-Lampe mit 5 Minuten in zirka 70 cm Abstand vom Brenner beginnen, um dann jeden zweiten Tag um 5 Minuten bis zu 1½ Stunden zu steigen. Bei der BACH-Lampe kann man die Zeiten etwas verlängern, da die Lichtstärke geringer ist. Außerdem muß man, wie früher erwähnt,

daran denken, daß die Lichtstärke unter dem Gebrauch allmählich nicht mehr die gleiche bleibt. Kindern kann man bei diesen Lampen dieselbe Dosis wie Erwachsenen geben, wenn man nur den Lampenabstand verlängert. Aus den früher angeführten Gründen halte ich jedoch das Kohlenbogenlicht für die Behandlung der Tuberkulose für besser.

Eine Frage, der man oft begegnet, ist, wie lange man mit der Bestrahlung fortfahren soll. Hierauf muß geantwortet werden, daß das etwas Gefühlssache ist; aber man soll unter allen Umständen dabei bleiben, bis alle krankhaften Symptome geschwunden sind, das bedeutet hier, bis die retroaurikuläre Wunde fest und solide geheilt ist und ein Röntgenbild kein Zeichen einer Otitis aufweist.

Von Patienten mit Ohrentuberkulose wie von allen mit oto-rhino-laryngologischer Tuberkulose gilt, daß sie sich jahrelang regelmäßig zur Nachschau einfinden müssen, und diese Nachschau soll sich nicht nur auf die behandelte Lokalisation erstrecken, sondern soll auch eine vollständige Untersuchung der Lungen, Haut usw. sein, wie man sich auch von Zeit zu Zeit durch das Röntgenbild unterrichten soll, daß die anscheinende Rezidivfreiheit auch eine wirkliche Rezidivfreiheit ist.

Nach obigen Prinzipien habe ich im ganzen 40 Patienten mit im ganzen 44 erkrankten Ohren und Schläfenbeinen behandelt. Von diesen muß man 3 Patienten abrechnen, von denen einer moribund wegen Meningitis eingeliefert wurde, und zwei, die von Enteritis tuberculosa so angegriffen ins Krankenhaus kamen, daß jede Hoffnung auf Heilung von vornherein als ausgeschlossen erklärt werden mußte.

Von den restlichen 37 Patienten (41 Ohren) waren 4 im Alter von 8 Monaten bis $1\frac{3}{4}$ Jahren, und 2 (3 Ohren) waren 2 Jahre alt. Von den ersten wurden alle mit festgeschlossener retroaurikulärer Wunde entlassen, und bei 3 war das Mittelohr trocken, während beim vierten geringe Feuchtigkeit der Labyrinthwand bestand. Von den letzten, die 3 Ohren repräsentieren, waren die Wunden bei beiden geheilt, und nur bei einem war das Ohr nicht völlig trocken.

Wie man sieht, habe ich im ganzen 7 Ohren bei Patienten in dem so gefürchteten Alter von 2 Jahren und darunter behandelt, ohne einen einzigen zu verlieren, und mit dem obigen guten Resultat. Von der Gesamtzahl der behandelten Ohren (41) sind nur 9 nicht trocken, und von diesen ist ein Patient an Lungentuberkulose, lange Zeit nach der Operation, gestorben, ohne daß die retroaurikuläre Wunde geheilt war; bei noch einem ist sie noch nicht geheilt, aber er ist zur Sanatoriumsbehandlung seiner Lungentuberkulose wegen entlassen und wird sicher bald geheilt sein. Bei allen anderen ist die retroaurikuläre Wunde geheilt. Bei 23 gelang es mir, die Radikaloperation zu vermeiden. 10 Kranke waren 3 bis 8 Jahre beobachtet, der Rest weniger lange. Die Diagnose war bei allen durch Impfung auf Meerschweinchen oder histologisch festgestellt; meist durch ersteres.

Ich glaube nach dem Obigen diesen Modus der kombinierten Behandlung mit universellen Kohlenbogenbädern und Operation in allen Fällen komplizierter Mittelohrtuberkulose warm empfehlen zu können.

Unter den als geheilt entlassenen Patienten ist einer ein zweijähriges Kind mit einer sehr ausgedehnten Tuberkulose beider Mittelohren und des Os temporale. Außerdem fand sich Spina ventosa und tuberkulöse Ulcera auf der Haut. Während der Operation wurde die Lumbalpunktion gemacht und die Verimpfung des Punktats wie auch die aus den Operationskavitäten auf das Meerschwein ergab Tuberkulose.

B) Die Anwendung des Lichtes bei nichttuberkulösen Erkrankungen

Auch bei den nicht tuberkulösen Ohren-, Nasen- und Halserkrankungen hat die Lichtbehandlung in den letzten Jahren zunehmende Anwendung gefunden und kann wie bei den tuberkulösen in einigen Fällen als universelles Lichtbad allein, in anderen in Kombination dieser mit anderer Lokalbehandlung und wieder in anderen als lokale Lichtbehandlung allein angewandt werden. Überall, wo es sich um Krankheiten handelt, deren Heilung sich verzögert oder nicht zustande kommen will, weil die Abwehrreaktionen des Individuums aus einem oder dem anderen Grund herabgesetzt sind, wird man das universelle Lichtbad oft mit großem Erfolg als unterstützende Therapie anwenden können und dadurch in vielen Fällen erreichen, daß die Patienten sich so erholen, daß die Heilung der lokalen Prozesse ihren Anfang nimmt und sich in kurzer Zeit vollendet. Das gilt ebenso von einer Reihe von Erkrankungen, die zur Begleitung oder zur Grundlage Skrofulose, Anämie oder Rachitis haben; aber es versteht sich von selbst, daß man gleichzeitig die allgemeine Therapie anwenden muß.

1. Larynx

Das universelle Quecksilberquartzbad und im übrigen auch das Kohlenbogenbad kann mit großem Nutzen bei dem die Tetanie begleitenden Laryngospasmus angewendet werden. Mehrere Autoren, darunter C. E. BLOCH und FRANZ FABER haben gezeigt, daß es bei universeller Bestrahlung von Kindern mit Tetanie zu einer Steigerung der Kalkmenge des Blutes bis zur Norm, aber nicht darüber kommt und daß gleichzeitig eine sehr schnelle Heilung der klinischen Tetanie eintritt. Die genannten Autoren empfehlen das Quecksilberquartzlicht vor dem Kohlenbogenlicht, da sie glauben, daß das starke Licht und die Wärme der Kohlenbogenlampen zu heftig auf die Kinder wirken, die darauf mit heftigen laryngospastischen oder eklamptischen Anfällen reagieren. In besonders schweren Fällen gibt man 0,25 bis 0,50 g Chloral kurz vor der Bestrahlung, wodurch der psychische Shock vermieden wird. Die Dauer der Bestrahlung beträgt 5 bis 15 Minuten und die Höchstzahl der Bestrahlungen, die bis zur eingetretenen Heilung notwendig war, war 8.

Die Lokalbestrahlung des Larynx bei nicht tuberkulösen Erkrankungen wird bis auf weiteres kaum Anwendung finden.

2. Nase

Der nicht tuberkulösen Nasenerkrankungen, die sich durch die universelle Lichtbehandlung mit Erfolg beeinflussen lassen, sind nicht viele. Selbstverständlich ist die Lichtbehandlung für einige Erkrankungen, die mit den bisher üblichen Behandlungsmethoden nicht überwunden werden können, so besonders für die vasomotorische Rhinitis und das Heufieber, vorgeschlagen worden. Mehrere Autoren, darunter LEICHER, berichten von günstig beeinflussten Fällen, aber was Heilungen anbelangt, glaube ich nicht, daß zuverlässige Berichte über sie vorliegen, und in der Beurteilung der Wirkung des Lichtes bei solchen Leiden, die sehr leicht psychisch zu beeinflussen sind, soll man, glaube ich, sehr vorsichtig sein, da die Besserungen ja nicht ganz selten hier auf der subjektiven Meinung des Patienten und des Arztes beruhen, die beide gleich intensiv das möglichst beste Resultat von der Kur wünschen.

Die Lokalbehandlung der Nase mit konzentriertem Kohlenbogenlicht kann man mit bestem Erfolg im Vestibulum und vorn am Septum mittels pris-

matischen oder trichterförmigen Druckapparats zur Behandlung von Ulzerationen anwenden, die von Röntgen- oder Radiumverbrennungen herrühren. Diese Ulzerationen, die sonst fast nicht zur Heilung zu bringen sind, werden bei dieser Behandlung ausgezeichnet beeinflusst; sie heilen aus. Dosierung und Behandlung ist, wie unter vestibulärem Lupus besprochen.

CEMACH hat die Lokalbehandlung verschiedener Nasenkrankheiten, namentlich des Heufiebers und der Ozaena, mit seiner früher erwähnten Apparatur vorgeschlagen und will mit ihr gute Resultate gehabt haben. Daß diese Resultate auf der lokalen Lichtbehandlung beruhen, ist jedoch nicht ganz ausgemacht, da die Lichtmenge, die nach KRAGHS und LEICHERS Untersuchungen (photometrischen) aus den Stabseiten kommt, sehr gering ist und man von ihr keinen therapeutischen Effekt erwarten kann, der gegenüber diesen Krankheiten von Bedeutung wäre. Die ganz überwiegende Lichtmenge verläßt den Quarzstab nämlich durch das Endstück und kann somit zu keinerlei Bedeutung kommen, ausgenommen an der sehr kleinen begrenzten Stelle, wo die Strahlen senkrecht auffallen können. Will man Aussicht auf irgend einen Effekt des Lichtes haben, das die Stabseiten verläßt, so muß die Stromstärke, worauf LEICHER aufmerksam macht, stark vermehrt werden, und man muß dann zur Vermeidung von Verbrennungen auf irgend eine Weise verhindern, daß auch aus den Endflächen Licht kommt, da, wie gesagt, eine bedeutend größere Menge Licht diesen Weg wie den der Stabseiten geht, weshalb man bei einer stark vermehrten Stromstärke eventuell Verbrennungen riskieren kann.

3. Mund und Rachen

Ebenso wie bei der Nase kann man hier mit großem Erfolg mit konzentriertem Kohlenbogenlicht und Druckapparat Röntgen- und Radiumulzerationen der Zunge und der Lippenschleimhaut behandeln.

Mehrere Autoren haben die Mundhöhle bei Diphtheriebazillenträgern behandelt und durch einen Trichter auch die Tonsillen mit Quecksilberquarzlicht. Nach LEICHERS Angaben hat DONELLI 40 Diphtheriebazillenträger mit dem Resultat bestrahlt, daß 20 nach einer Bestrahlung, 16 nach 2 und 4 nach 3 Bestrahlungen keimfrei wurden.

Dieses Resultat läßt ja nichts zu wünschen übrig, aber es wird durch den Umstand etwas verringert, daß LAUTENSCHLÄGER und ADLER, die die Frage auch untersucht haben, zu dem Resultat gekommen sind, daß es wegen der fehlenden Tiefenwirkung unmöglich ist, den Mund durch Strahlenbehandlung keimfrei zu machen, und PFEIFFER hat denn auch nur eine periodische Keimverminderung gefunden. Wenn man den stark buchtigen Bau der Tonsillen bedenkt, muß man sich von vornherein gegenüber der Möglichkeit sehr skeptisch verhalten. Diphtheriebazillenträger auf diese Weise keimfrei zu machen; aber eine Anzahl von Autoren haben sich doch mit dieser Frage beschäftigt.

LEICHER hat ein großes, leicht gebogenes Quarzansatzstück zur KROMAYER-Lampe angegeben und behandelt hiemit die Tonsillen, indem während der Bestrahlung mit dem Quarzstab ein Druck auf die Tonsillen ausgeübt wird; diese Methode der Tonsillenbehandlung ist sicher den meisten sonst empfohlenen vorzuziehen. Sie läßt sich auch für lokalisierte Tonsillenukzerationen nicht-malignen Ursprungs verwenden.

4. Ohr

Bei der chronischen Otitis med. rachitischer Kinder wird man gleichfalls von der universellen Lichtbehandlung große Freude haben, aber man muß selbst-

verständlich zuerst eventuell vorhandene adenoide Vegetationen entfernen, das Mittelohr nach den allgemein gültigen Prinzipien lokal und gleichzeitig andere vorhandene Symptome behandeln. Ist man ganz sicher, daß sich keine mastoiden Komplikationen finden, wird es sicher ganz vorzüglich sein, das Mittelohr durch einen Ohrtrichter, so wie BERNHARD das angibt, zu bestrahlen, und man wird dadurch eventuelle Granulationen zum Schwinden und die Eiterung zum Aufhören bringen.

Man kann hiezu selbstverständlich sowohl das Sonnenlicht als auch das Kohlenbogen- und das Quecksilberquarzlicht anwenden, aber die meisten Otologen werden es sicher ungleich leichter finden, die Mittelohrgranulationen auf gewöhnliche Weise zu entfernen und dann entweder lokale Bestrahlung oder diese in Verbindung mit universeller anzuwenden, letzteres wird sicher auch am schnellsten zum Ziel führen.

Bei Ohrenkrankheiten rachitischer oder skrofulöser Kinder wird das Sonnenbad und das Kohlenbogenbad in der früher für Kinder angegebenen Dosierung angewendet. LEICHER gibt für die Anwendung des Quecksilberquarzlichtbades (BACH- oder JESONEK-Lampe) folgende Dosierung: „Gleich für die erste Allgemeinbestrahlung wird eine solche Dosis gewählt, die bei der stets vorausgehenden Probebestrahlung ein ganz schwaches, gerade zu erkennendes Erythem ergeben hat. Die Bestrahlungen werden täglich oder jeden zweiten Tag vorgenommen. Dabei kann die Dosis langsam gesteigert werden, so daß stets ein ganz leichtes Erythem bestehen bleibt. Ist es erforderlich — wie das häufig der Fall ist —, die Bestrahlungen über Wochen oder Monate fortzusetzen, so raten wir dringend, nach jeweils zehn aufeinanderfolgenden Bestrahlungen eine Pause von 1 bis 3 Wochen einzuschieben. Die Reaktionsfähigkeit des Körpers auf Ultraviolettstrahlen bleibt auf diese Weise sehr gut und lange erhalten und der endgültige Heileffekt wird unseres Erachtens sogar früher erreicht, als wenn in den oben empfohlenen Pausen die Bestrahlung fortgesetzt wird!“

LEICHER teilt eine Anzahl von Fällen von Otitis med. bei rachitischen Kindern mit, die durch Behandlung mit universellen Quecksilberquarzbädern besonders schnell geheilt wurden und fügt hinzu, daß GRÖRGY und GOTTLIEB eine Verstärkung der Bestrahlungstherapie bei Rachitis durch orale Eosinverabreichung empfehlen. Sie glauben, in der Hälfte der Zeit die Heilung zu erreichen, wenn sie vor der Bestrahlung mit Quecksilberquarzlicht 0,1 g Eosin HÖCHST per os in pulverisierter Form geben.

Nach Mastoidaloperationen, wo die Wundheilung sich in die Länge zieht, kann man mit Vorteil entweder Lokalbestrahlung mit konzentriertem Kohlenbogenlicht, wie oben erwähnt, oder mit Quecksilberquarzlicht anwenden, beides in Verbindung mit universeller Bestrahlung, aber man muß sich durch ein Röntgenbild selbstverständlich sichern, daß der protrahierte Wundverlauf nicht auf noch vorhandener Karies beruht.

Die Bestrahlung mit Kohlenbogenlicht geht, wie auf Abb. 9, S. 33, gezeigt ist, vor sich, und man beginnt mit einer Bestrahlungszeit von 10 Minuten in einem Abstand von zirka 30 cm und steigt an bis zu zirka einer halben Stunde täglich. Bei Verwendung einer KROMAYER-Lampe kann man mit 5 Minuten und einer etwas größeren Distanz beginnen. Handelt es sich um eine Wunde mit zu lebhaften Granulationen oder um eine sekundär infizierte Wunde, kann man unfiltriertes Licht anwenden, sonst würde es zweckmäßig sein, Blaufilter bei der KROMAYER-Lampe anzuwenden. Man muß zu Beginn immer genau auf die Gewebsreaktion achten und danach die Art des Vorgehens einrichten, so daß

keine Verbrennung zustande kommt. Die umgebende Haut muß vor der Bestrahlung abgedeckt werden, da sie so viel Licht wie die Wundhöhle nicht so nahe verträgt.

Auch radikaloperierte Ohrkavitäten, die mangelhafte Epidermisierung aufweisen, kann man mit gutem Erfolg mit Kohlenbogenlicht von einer der früher erwähnten kleinen 6 bis 10 Ampère-Lampen, die auf einem CEMACHschen Stativ montiert sind, oder mit einer in gleicher Weise montierten KROMAYER-Lampe behandeln. Es wird meistens vorteilhaft sein, ein Uviolglasfilter anzuwenden. Auch hier ist es selbstverständlich, daß die Ursache der mangelhaften Epidermisierung keine restierende Karies sein darf.

Es werden die früher beschriebenen Quarzstäbe angewendet.

Auch unrein belegte Wunden, die man aus einem oder dem anderen Grunde nicht mit dem scharfen Löffel behandeln will oder kann, kann man sich von ihren Belegen reinigen sehen, wenn man sie mit reinem, unfiltriertem Quecksilberquarzlicht jeden dritten bis vierten Tag während 10 Minuten jedesmal und in einer Distanz von 25 bis 35 cm behandelt, aber man darf diese Bestrahlungsart nicht anwenden, wo sich frische Granulationen finden, da diese unter der Bestrahlung leiden.

Wird eine Epidermisierung angestrebt, darf man nur Licht mit blauem Filter anwenden.

CEMACH erwähnt außerdem als Indikation für die Bestrahlung teils mit unfiltriertem, teils mit filtriertem Quecksilberquarzlicht: Ekzeme des Ohrs, namentlich chronische, sowie seröse und purulente Perichondritiden, und hatte damit gute Resultate, was ich nicht von den Fällen berichten kann, wo ich diese Behandlung geprüft habe. In derselben Arbeit empfiehlt CEMACH dieselben Lichtquellen bei Otomykose und ulzeröser Myringitis und veröffentlicht seine Indikationen für die Anwendung des CEMACHschen Stifts zur Behandlung des Gehörganges und des Mittelohrs. Er nennt hier chronische Adhäsivprozesse im Mittelohr und subjektive Gehörsempfindungen, wobei er jedoch für die letztere Klasse meint, daß es sich bei einem Teil der Fälle um suggestive Wirkung handelt. Bei den klinisch festgestellten Otosklerosen will CEMACH, abgesehen von einer initialen Besserung, keine positive Besserung durch die Lichtbehandlung gesehen haben. Bei den chronischen Adhäsivprozessen des Mittelohrs werden gleichzeitig mit der lokalen Lichtbehandlung die gewöhnlichen Behandlungsarten angewandt. Die Dosierung gibt CEMACH so an, daß man wegen der Sensibilität des Gehörganges gegen reines Quecksilberquarzlicht nur blau filtriertes Licht anwenden darf, beginnend mit 15 Minuten und steigend um 15 Minuten bis zu einer Stunde.

Mit diesen Krankheiten haben wir nun auf der Ohrenabteilung des FINSCHSchen Lichtinstituts zu Kopenhagen eine Reihe von Versuchen angestellt, indem wir die CEMACHsche Apparatur, teils mit der KROMAYER-Lampe, teils mit den früher erwähnten kleinen 6 und 10 Ampère-Kohlenbogenlampen anwandten. Außerdem wurden einige Patienten nur mit der FINSCH-REYN-Lampe hinter dem Ohr ohne Druckglas bestrahlt.

KRAGH hat dieses Material und einige gleichzeitig von ihm ausgeführte Versuche veröffentlicht, die unter anderem zeigen, daß man zur Erreichung der größten Nutzwirkung des Lichtes durch den Stift dafür sorgen muß, daß dieser so wenig wie möglich mit dem federnden Halter zusammengebogen ist, da z. B. eine seitliche Biegung von 15 Grad bewirkt, daß nur halb soviel Licht hindurchkommt, wie wenn der Stift geradeaus zeigt. Die Endflächen des Stiftes müssen völlig rein und fettfrei sein, da sonst das chemische Licht absorbiert wird. Einen Anlaß, den Gehörgang irgendwie zu schützen, haben wir nicht gefunden, und wir hatten keine Unannehmlichkeiten davon. Das Material umfaßt 30 Patienten,

davon 3 mit Otitis med. catarrh., 15 mit Otosklerosen, 8 mit Folgen nach Mittelohreiterung und 4 mit Otitis int. Bei diesen letzteren ergab sich selbstverständlich nicht die geringste Wirkung.

Die Art des Vorgehens war die, daß alle Patienten vor und nach Beginn und Abschluß der Behandlung sowie in mehrwöchigen Zwischenräumen während der Behandlung von demselben Untersucher (KRACH) mit kontinuierlichen Tonreihen untersucht wurden, um zu erfahren, ob das Licht überhaupt irgend welchen Einfluß hätte. Um nicht geringere Schwingungen mitzubekommen, wurde nur mit Veränderungen von mindestens einer Oktave gerechnet. Fälle, wo der Patient den Vorgang zu merken meinte, aber wo dieser nicht objektiv durch Vermehrung der Tonreihen nachgewiesen werden konnte, rechnet KRACH nicht mit. In bezug auf die subjektiven Lautempfindungen mußte er sich natürlich mit den Angaben der Patienten begnügen.

Bei den 3 Patienten mit Otitis med. catarrh. fand sich keine Wirkung bei 2, während bei dem einen, der wegen eines rechtsseitigen Ohrensausens mehrere Monate hindurch resultatlos mit Katheterisierung behandelt war, das völlige Schwinden des Ohrensausens nach $2\frac{1}{2}$ monatiger Behandlung mit weißem unfiltriertem Quarzlicht erreicht wurde. Der Patient war später noch $11\frac{1}{2}$ Monate rezidivfrei. Von 15 Fällen mit Otosklerose war keine Besserung bei 8, aber ein mehr oder weniger ausgesprochener Fortschritt bei 7. Bei einem, der mit rotfiltriertem Kohlenbogenlicht behandelt wurde, fand sich bei Beginn der Behandlung ein Defekt in der Tonauffassung, der sich auf beiden Ohren bis zu zwei Oktaven im tiefsten Teil der Skala belief. Unter der Lichtbehandlung, die 9 Monate lang jeden zweiten Tag fortgesetzt wurde, verminderte sich dieser Defekt gradweis und war bei Schluß der Behandlung vollständig verschwunden. Gleichzeitig schwand das sehr starke Ohrensausen des Patienten auf dem einen Ohr vollständig, während es sich auf dem anderen deutlich verminderte. Ein Jahr später waren die Verhältnisse wie beim Abschluß der Behandlung. Dieser und mehrere Fälle von behandelter Otosklerose zeigen also im Gegensatz zu CEMACHS Erfahrungen, daß die Otosklerose jedenfalls zuweilen für die Lichtbehandlung zugänglich zu sein scheint, aber wegen näherer Einzelheiten muß auf KRACHS oben genannte Arbeit hingewiesen werden. Welches die beste Lichtquelle ist, ist noch nicht entschieden; der best beeinflusste Fall wurde mit rotfiltriertem Kohlenbogenlicht behandelt, aber es liegen auch gute Resultate mit Quecksilberquarzlicht vor. Es ist sicher nicht ganz gleichgültig, ob man die eine oder die andere Lichtqualität anwendet, oder wie man filtriert usw., aber die nähere Abgrenzung dieser Verhältnisse muß durch weitere Versuche geschehen.

Bei den 8 Patienten mit Folgen nach Mittelohreiterung (Herabsetzung des Gehörs und Ohrensausen) war bei 2 eine Herabrückung der untersten Tongrenze während der Behandlung eingetreten, ohne daß der Patient jedoch selbst besser zu hören meinte, während bei 2 das Ohrensausen günstig beeinflusst war.

Wenn die Tongrenzen unter der Lichtbehandlung beeinflusst wurden, so war das immer die untere Grenze, während die obere, was man auch von vornherein erwarten mußte, nie beeinflusst wurde.

Die Patienten wurden alle ausschließlich mit Licht auf die erwähnte Art, ohne andere Behandlung, weder lokal noch universell behandelt, da das die einzige Art des Nachweises zu sein scheint, ob eventuelle Besserungen möglicherweise auf der Lichtbehandlung beruhen; aber selbstverständlich ist es möglich, daß gleichzeitige Katheterisation oder eine andere Behandlung bessere Resultate was bisher namentlich für die Gruppen gibt, wo unsere Resultate sich mit denen CEMACHS nicht messen können.

In der letzten Zeit haben wir versuchsweise angefangen, universelle Kohlenbogen- oder Quecksilberquarzbäder als unterstützende Behandlung anzuwenden. Es muß vermerkt werden, daß wir in zwei Fällen vermehrtes Ohrensausen bekommen haben, etwas, was möglicherweise durch Wahl einer anderen Lichtquelle hätte vermieden werden können, ohne daß es jedoch im jetzigen Stadium möglich wäre, hierüber etwas Bestimmtes zu sagen.

LEICHER hat bei einer Anzahl von Patienten, die wegen Otosklerose behandelt wurden, deutliche Besserung der subjektiven Gehörsempfindungen erzielt, während die Besserung des Gehörs so gering war, daß er das auf Rechnung des verminderten Ohrensausens schreibt. LEICHER hat jedoch mit universellen Quecksilberquarzbädern behandelt und das Licht nicht lokal angewendet.

Bei Lichtbehandlung von Ohrekzemen, die von einigen hier sehr gerühmt wird, habe ich leider noch keine guten Resultate gesehen.

Unter der Lichtbehandlung findet man nicht selten die Anwendung verschiedener Metalldrahtlampen angeführt; aber, wie oben gesagt, ist es nicht die chemische Kraft des Lichtes, die hier ausgenutzt wird, sondern die leuchtenden und dunklen Wärmestrahlen. Zu solchen Lampen gehört unter anderem die Solluxlampe, die wie die anderen für eine Menge von Dingen empfohlen wird (Otitis med. acuta, Mastoiditis, Gehörgangsfurunkulose, Nebenhöhlenerkrankungen usw.).

Daß die Wärmewirkung dieser Lampen bei schmerzhaften Erkrankungen von Bedeutung sein kann, ist sicher zweifellos, wenngleich ich selbst keine große Freude mit ihnen bei irgend einem der obigen Leiden hatte; vielmehr kommt man in der Regel mit einem Umschlag oder einem elektrischen Wärmekissen weiter, und unter allen Umständen darf man diese Lampen nicht in der Meinung anwenden, daß man chemisches Licht ausnutzt.

In der letzten Zeit sind Mitteilungen über Behandlung verschiedener otolaryngologischer Leiden mit beleuchteten Ölen erschienen, aber der Resultate sind noch zu wenige, als daß man sich über diese Behandlungsform, die jedoch auf jeden Fall die Lichttherapie berührt, aussprechen kann.

Literatur

ALBRECHT und BRÜNING: Über therapeutische Versuche bei experimentell erzeugter Kehlkopftuberkulose. Verhandl. d. Vereines dtsh. Laryngologen. Würzburg: K. Kabitzsch. 1919. — BACH: Anleitung und Indikationen für Bestrahlungen mit der Quarzlampe usw. 9. bis 11. Aufl., Leipzig: K. Kabitzsch. 1926. — BANG, S.: Eine therapeutische Handlampe mit gekühltem Eisenelektroden. Zeitschr. f. diät. u. phys. Therapie. Bd. V, H. 7. 1902. — BECK: Verhandlungen d. Otolaryngol. Ges. Versammlung d. Ges. 1913. — BECK: Verhandl. d. otol. Ges. 1914. — BENOIT: Traitement des laryngites tuberculeuses par les radiations lumineuses artificiels. Presse méd., Jahrg. 30, H. 89, S. 968. — BERGIS, R.: L'utilisation des rayons ultraviolets en Oto-Rhinolaryngologie. Arch. internat. de laryngol., S. 549. 1925. — BERNHARD, O.: Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie. 2. Aufl. Stuttgart: F. Enke. 1923. — BILANCIONO: Kehlkopftuberkulose und ihre Behandlung an der See. Boll. d. scienze med. 1921. Ref. Zentralbl. f. Tub. 1923. — BLEGVAD, N. RH.: Behandling af Larynxtuberkulose. Verhandl. d. dän. otolaryng. Ges. 1917. — DERSELBE: Traitement combiné de la tuberculose du larynx. Acta oto-laryngol., Bd. 3. 1921. — DERSELBE: Behandlung der Larynxtuberkulose mit universellen Kohlenbogenlichtbädern. Acta oto-laryngol., Bd. 2, S. 294. 1920. — DERSELBE: Le Traitement de la tuberculose laryngée par les bains de lumière généraux. Verhand. d. internat. oto-laryngol. Kongreß. Paris 1922. Rev. de laryngol., H. 4. 1923. — DERSELBE: Die Behandlung der Larynxtuberkulose. Arch. f. Laryngol., Bd. 33, H. 3, S. 746. 1920. — BLOCH, C. E. und F. FABER: Th American Journal of diseases of children. 1925. — BLUMENFELD, F.: Die Tuberkulose der

oberen Luftwege und des Ohres im Lichte der modernen Krankheitsauffassung der Tuberkuloseforschung. Zeitschr. f. Laryngol., Rhinol. u. Otol., Bd. 9, H. 5. 1926. — DERSELBE: Obere Luftwege. Handbuch der Tuberkulose. 3. Aufl. Leipzig: J. A. BARTH. 1923. — DERSELBE: Immunbiologische Gesichtspunkte zur Behandlung der Tuberkulose der oberen Luftwege. Zeitschr. f. Laryngol., Rhinol. u. Otol., Bd. 12, H. 6, S. 477. 1924. — DERSELBE: Therapie der Larynx-tuberkulose. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. Kongreßberichte, Bd. 16. 1926. — BLUMENTHAL: Direkte Sonnen- und Röntgenbehandlung des tuberkulösen Kehlkopfes. Arch. f. Laryngol., Bd. 27, H. 2, S. 362. 1913. — BOSERUP, O.: Recherches sur la sédimentation des Erythrocytes en Tuberculose de larynx. Acta oto-laryngol. 1927. — BUMBA: Die Kehlkopftuberkulose im Standpunkt der immunbiologischen Forschung. Zeitschr. f. Laryngol., Rhinol. u. Otol., Bd. 13, H. 1, S. 1. 1925. — CEMACH, A.: Die Leistungsfähigkeit der Phototherapie der Kehlkopftuberkulose. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. 1926. — DERSELBE: Die Leistungen der Phototherapie auf oto-rhinolaryngologischem Gebiete. Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie, Bd. 25, S. 416. 1921. — DERSELBE: Die Phototherapie und ihre Bedeutung für die Ohrenheilkunde. Monatsschr. f. Ohrenheilk. u. Laryngo-Rhinol., Jahrg. 53, H. 6, S. 377. 1919. — DERSELBE: Eine Quarzlampe für oto-rhinologische Zwecke. Strahlentherapie, Bd. 14, H. 1, S. 54. — DERSELBE: Eine neue Lampe für die Glühlichtbehandlung akuter Entzündungen. Monatsschr. f. Ohrenheilk., Jahrg. 56, H. 7, S. 535. — DERSELBE: Mittelohrtuberkulose und Sonne. Monatsschr. f. Ohrenheilk., H. 8 u. 10. 1920. — DERSELBE: Zeitschr. f. Laryngol., Rhinol. u. Otol., Bd. 13, S. 276. 1925. — DERSELBE: Zur Phototherapie der Kehlkopftuberkulose. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., Bd. 10. 1924. — CLEAVES, M.: Light Energy. New York: Rebman Company. 1904. — COLLET: La Tuberculose du Larynx, du Pharynx et du Nez. Paris: DORIN. 1913. — DEHEEGHER, A.: Behandlung des Lupus mit ultravioletten Röntgen- und Radiumstrahlen. Zentralbl. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., S. 258. 1923. — DONNELLY, L.: Ultravioletraytherapy, its application in nose-, throat- and mouthaffections. Journ. of the Michigan state med. soc., Bd. 21, H. 1, S. 23. — DORABON, E.: Le traitement héliothérapique dans la Tuberculose du Larynx. Arch. internat. de laryngol., S. 471. 1925. — DORN, E.: Die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mittels natürlicher und künstlicher Sonne. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 43, S. 312. 1925. — DORNO, C.: Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Strahlentherapie, Band IX und X. — FINSSEN, N. R.: Medd. fra FINSSENS med. Lysinstitut. — DERSELBE: Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. F. C. W. Vogel: Leipzig. 1899. — DERSELBE: Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin. F. C. W. Vogel: Leipzig. 1899. — DERSELBE: Mitteilungen aus FINSSENS med. Lysinstitut in Kopenhagen. I. F. C. W. Vogel: Leipzig. 1900. — DERSELBE: Mitteilungen aus FINSSENS med. Lysinstitut. F. C. W. Vogel: Leipzig. 1901. — DERSELBE: Mitteilungen aus FINSSENS med. Lysinstitut in Kopenhagen. F. C. W. Vogel: Leipzig. 1902. — FUJINAMI, K.: Eine neue Methode für die Therapie des Lupus des Kehlkopfes mittels FINSSEN-Lampe. (Parallelstrahlenbehandlung.) Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 2/3. 1912. — HAXTHAUSEN, H.: Studier over Lysdermatitene. Hospitalstidende, H. 32. 1917. — DERSELBE: Studier over Lysdermatitene. Hospitalstidende, H. 19 bis 20. 1918. — DERSELBE: Eine optische Eigentümlichkeit der Lupusknoten. Strahlentherapie, Bd. 13, S. 654. 1922. — DERSELBE: Some further investigations into the optical characters... Acta radiol., Bd. 3, S. 494. 1924. — DERSELBE: FINSSEN-Behandlung des Lupus vulg. mit verstärktem Licht und Verwendung eines besonderen Filters zur teilweisen Absorption der leuchtenden Wärmestrahlen. Strahlentherapie, Bd. 22, S. 337. 1926. — HEIBERG, K. A. und O. STRANDBERG: Mikroskopische Untersuchung von der Nasenschleimhaut von Lupus vulgaris-Kranken während der Behandlung mit universellen Kohlenbogenlichtbädern. Zeitschr. f. Laryngol., Bd. 10, H. 1. 1922. — DERSELBE und C. WITH: Lupus treated with general light bath as the only therapy. Brit. journ. of dermatol. 1922. — DERSELBE und S. LOMHOLT: Relapses in Lupus vulg. and their treatment with concentrated carbon arc light. Ibid., Bd. 35, S. 245. 1924. — JOHANNESSEN, E. S.: Die Energiestrahlung des Kohlenlichtbogens, des

Quecksilberlichtbogens und der Sonne. Strahlentherapie Bd. VI. — JUNGSMANN, A.: Klinische Ausführungen zur KROMAYERSchen Quecksilberquarzlampe. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 97, H. 1. 1909. — DERSELBE: Probleme der Lupus-therapie. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 106, H. 1 bis 3. 1911. — DERSELBE: Verbesserungen im FINSEN-Instrumentarium der Wiener Lupusheilst. Wien. med. Wochenschr., H. 11. 1911. — DERSELBE: Wie soll man den Lupus nicht behandeln. Med. Klinik, H. 48. 1912. — KAUTZ: Kontraindikationen bei Bestrahlungen mit Quarzlicht. Münch. med. Wochenschr., H. 28. 1918. — KELLNER: Die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mittels natürlicher und künstlicher Sonne. Zeitschr. f. Tuberkul., Bd. 42, S. 144. 1926. — KEYS und SACHS: La Choléstérinaemi. Études cliniques, Université de Bordeaux, H. 126. 1911 bis 1912. — KOBRAK: Über den gegenwärtigen Stand der Erforschung der Mittelohrtuberkulose usw. Zeitschr. f. extrapulmonale Tub., Jahrg. 1, S. 770. 1926. — KOCH: Strahlentherapie, H. 13. 1922. — KOWLER: Un cas de laryngite tuberculeuse guérie par l'héliothérapie, etc. Oto-rhino-laryngol. internat., Bd. 6, Nr. 7. — DERSELBE: Indications héliothérapiques dans la Tuberculose laryngée. Arch. internat. de laryngol., S. 803. 1923. — DERSELBE: L'indication de l'héliothérapie dans l'infiltration tuberculeuse de l'épiglotte, etc. Ref. Zentralbl. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., S. 399. 1925. — KRAGH, J.: Versuche mit Lichtbehandlung bei verschiedenen Formen von Schwerhörigkeit und Ohrensausen. Zeitschr. f. Laryngol. 1925. — KROMAYER: Quecksilberwasserlampen usw. Dtsch. med. Wochenschr., H. 10. 1905. — LARSEN, A.: Straalernes Intensitet Medd. fra FINSENS, med. Lysinstitut II. — LAUTENSCHLAGER und ADLER: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung ultravioletter Lichtstrahlen usw. Arch. f. Laryngol., Bd. 29, S. 36. 1915. — LEICHER, H.: Lichtwirkung und Blutkalk. Strahlentherapie, Bd. 19, S. 392. 1925. — DERSELBE: Wie erklärte sich die Heilwirkung des Lichtes bei der Behandlung der Kehlkopf-tuberkulose. Zeitschr. f. Laryngol., S. 144. 1925. — LEGOUST: Héliothérapie artificielle du larynx. Arch. internat. de laryngol., S. 144. 1925. — LESOURD: L'héliothérapie dans la tuberculose laryngée. Ref. Zentralbl. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. 1924. — LUNDGAARD, K.: Om prismatiske Trykapparater. Hospitalstidende. 1907. — DERSELBE: Lysbehandling af Slimhindelidelser. Hospitalstidende. 1907. MAAR, V.: Die Tiefenwirkung der FINSEN-REYN-Lampe und der KROMAYER-Lampe. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 90, H. 1. 1908. — MALMSTRÖM: Einige Resultate in Phototherapie bei Tuberkulose usw. Acta oto-laryngol., Bd. 2, H. 3. 1920. — DERSELBE: Investigations concerning the influence of light on fat usw. Acta radiol., H. 19. 1925. — MEYER, E.: Zur spezifischen und lokalen Behandlung der Kehlkopf-tuberkulose. Verhandl. d. Verein. dtsh. Laryngol. 1911. — MÖLLER J. og O. STRANDBERG: Om Larynxtuberkulosens Behandling. Medicinsk Selskabs Forhandlinger. Hospitalstidende 1914. — NIELSEN, S. F.: Einige Versuche mit einem Präparat aus bestrahltem Lebertran usw. Zeitschr. f. Laryngol., S. 406. 1925. — OLDENBORG: Mitt. d. dän. Nationalvers. zur Bekämpf. d. Tuberkul. 1917. — PASSOW, A.: Ein Beitrag zur Lichttherapie und Sensibilisierung der Ohrenheilkunde. Beitr. z. Anat., Physiol., Pathol. u. Therapie d. Ohres, d. Nase u. d. Halses, Bd. 24, H. 1 bis 3. — PHILLIP, L.: Le traitement de la tuberculose du larynx par l'héliothérapie. Arch. internat. de laryngol., S. 997. 1922. — PLUM, AA.: Lysbehandling af Larynxtub. Dansk oto-laryng. Selskabs. Forhandlinger. 1925. — REKLING, E.: Hospitalstidende, H. 4. 1926. — REYN, A.: Die FINSEN-Behandlung, 1. Aufl. Berlin: H. Meuser. 1913. — REYN: Om Anvendelse af kunstige Lysbade ved Lupus vulgaris og kirurgisk Tuberkulose. Hospitalstidende. 1914. — REYN: Om Behandling af kirurgisk Tuberkulose med Højsolsbade Nordisk Tiddsskrift for Therapie. 1914. — REYN: Über die Anwendung des künstlichen chem. Lichtbades bei Lupus vulgaris. Dermatol. Wochenschr. 1916. — DERSELBE: Die Anwendung des künstlichen Lichtes usw. Strahlentherapie, Bd. 19. 1925. — DERSELBE: The efficacy of various sources of light in general light bath treatment. Acta radiol., Bd. 4, H. 4. 1925. — DERSELBE und N. ERNST: Die Resultate der Behandlung mit künstlichen chemischen Lichtbädern bei Lupus vulgaris und chirurgischer Tuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 10, S. 314. 1919. — DERSELBE, A. COLLIN und

C. CHRISTENSEN: General light bath treatment, its technique. *Acta radiol.*, Bd. 4, H. 4. 1925. — REYNIER, L.: Diagnostic et traitement de la tuberculose du larynx. *Arch. internat. de laryngol.*, S. 577. 1923. — ROLLIER, A.: Die Heliotherapie der Tuberkulose, 2. Aufl. Berlin: J. Springer. 1924. — RUEDI, TH.: De la tuberculose laryngée. *Ibid.*, H. 10, S. 1172. 1925. — RUBOW, V.: Lyset som Stofskifteincitament. *Hospitalstidende*, H. 47. 1914. — DERSELBE und C. WÜRTZEN: Lichtbehandlung in Lungentuberkulose. *Hospitalstidende*. 1915. *Zeitschr. f. klin. Med.* 1916. — SAUPIQUET, E.: Présentation d'un appareil pour l'héliothérapie laryngée. *Oto-rhino-laryngol. internat.*, Bd. 6, H. 7. — SCHEFFER: Über die Behandlung von Mittelohrerkrankungen Tuberkulöser mit künstlicher Höhensonne. *Ref. Zentralbl. f. Ohrenheilk.*, Bd. 6, H. 7. — SCHMIDT, V.: Ugeskrift f. Laeger, S. 138. 1917. — SCHULTZER, P.: Nogle Teorier vedrørende Lysbadetherapien. *Hospitalstidende*, H. 25, S. 447. 1925. — DERSELBE und C. SONNE: Lysets profylaktiske Virkning paa experimentel Rachitis. *Nord. Radiologkongres.* 1923. — SNESHKOFF: Ein Spiegel für Heliotherapie des Larynx. *Ref. Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk.*, Bd. 8, H. 5, S. 240. — SONIES: Sonnenlichtbehandlung der Kehlkopftuberkulose. *Münch. med. Wochenschr.*, H. 16. 1919. — SONNE, C.: The mode of action of the universal light bath. *Acta med. Scandinav.*, vol. 54, fasc. 4, S. 336. 1921. — SORGO: Wien. klin. Wochenschr. 1903. — SORGO: Über die Behandlung der Kehlkopftuberkulose mit reflektiertem Sonnenlichte. *Wien. klin. Wochenschr.* 1904. — DERSELBE und WEIDINGER: *Med. Klinik*, S. 1189. 1923. — SPIES: *Verhandl. südwestdtsh. Hals-, Nasen- u. Ohrenärzte*. Wiesbaden. 1925. — STEIN, A.: Eine Kohlenbogenlampe nach neuen Prinzipien. *Strahlentherapie*, Bd. 22, H. 4, S. 751. — STENGER: Die Behandlung der Kehlkopftuberkulose. *Dtsch. med. Wochenschr.*, H. 29. 1925. — STRANDBERG, O.: Fysikalsk Behandling af Larynx tub. *Nord. Tidskr. f. Therapi.* 1914. — DERSELBE: Über die Anwendung des universellen Lichtbades in der Rhinolaryngologie. *Zeitschr. f. Laryngol.* 1915. — DERSELBE: Die Behandlung der chronischen Ostitis im Processus mastoideus und Os temporale mit universellen Kohlenbogenb. *Monatsschr. f. Ohrenheilk.*, Jahrg. 54, H. 7, S. 577. — DERSELBE: Die Anwendung des universellen Lichtbades bei rhino-laryngologischer Tuberkulose. *Strahlentherapie*, Bd. 10. 1919. — DERSELBE: Tuberkulöse Mittelohrentzündung und Komplikationen mit besonderer Berücksichtigung der Behandlung mit FINSÉN-Bädern. *Dänish. 1921. Monatsschr. f. Ohrenheilk.*, Jahrg. 56, H. 3. 1922. — DERSELBE: Über die Behandlung der Larynxtuberkulose mit FINSÉN-Bädern. *Dtsch. med. Wochenschr.*, H. 28. 1922. — DERSELBE: Traitement phototherapique en oto-rhino-laryngol. *Acta oto-laryngol.*, Bd. 4, H. 3, S. 285. 1922. — DERSELBE: Treatment of rhino-laryngological Tub. by FINSÉN light baths, and results. *Journ. of laryngol.* 1924. — DERSELBE: The treatment of rhino-laryngological Lupus vulg. *Acta oto-laryngol.*, Bd. 6, H. 3. 1924. — DERSELBE: Kombinierte Behandlung der Kehlkopftuberkulose. *Zeitschr. f. Laryngol.*, S. 238. 1925. — DERSELBE: *Zeitschr. f. Hals-, Nasen- und Ohrenheilk. Kongreßberichte.* 1926. — DERSELBE: Traitement phototherapique de la Tuberculose du larynx. *Traitement spécial par bains de lumière, combiné avec Traitement chirurgical intralaryngal. Annales de maladie de l'oreille.* 1927. — STRAUSS: Über die Strahlentherapie der Tuberkulose bei der östlichen Bevölkerung (cit. bei REYN). *Strahlentherapie.* 1919. — WESSELY, E.: Eine neue Methode bei Behandlung der Tuberkulose der oberen Luftwege mittels lokal applizierten Lichtes. *Wien. klin. Wochenschr.*, S. 609. 1924. — DERSELBE: *Verhandl. d. Ges. dtsh. Hals-, Nasen- u. Ohrenärzte.* 1924. — DERSELBE: Die Behandlung der Tuberkulose der oberen Luftwege mit künstlichem Sonnenlicht. *Monatsschr. f. Ohrenheilk.*, Jahrg. 59, H. 11. 1925. — DERSELBE: *Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk. Kongreßberichte.* 1926. — ZILZ, J.: Die Lichtbehandlung mit dem Quarzstabe bei Kieferverletzungen und Erkrankungen in der Mundhöhle. *Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk.*, Jahrg. 32, H. 3. 1916.

Lichttherapie der Haut- und Geschlechtskrankheiten

Von

Richard Volk-Wien

Mit 4 Abbildungen

Wohl in keinem Spezialfache ist die Lichtbehandlung früher und in größerem Maße aufgenommen worden als gerade auf dem Gebiete der Dermatologie. Es ist dies leicht dadurch erklärlich, daß eben die direkte Wirkung auf das oberflächlich gelegene Hautorgan stattfand, anderseits der günstige Einfluß der natürlichen Sonne bei manchen Dermatosen ja bekannt war. Hiezu kam noch, daß vielfach die Zusammenhänge von Hautkrankheiten mit Stoffwechselstörungen und anderen Erkrankungen des Organismus nur langsam erkannt und noch langsamer Gemeingut der Dermatologen wurden. Wenn man sich nun auf den Standpunkt stellte, daß die Hautkrankheiten nur äußere Erkrankungen seien, so war das Licht ein ebenso gutes, ja vielfach besseres, jedenfalls reinlicheres Therapeutikum wie die Salbe und damit dessen Anwendung Tür und Tor geöffnet. Die Konsequenz davon war eine kritiklose Verwendung. Auf das Schlechte einer solchen einseitigen Einstellung braucht nur kurz verwiesen zu werden; sowohl für die Art der Bestrahlung — Licht, Röntgen, Radium — als auch für andere therapeutische Maßnahmen können wir heute Indikationen aufstellen, deren Kenntnis und entsprechende Anwendung erst den guten Therapeuten ausmachen wird. Zudem wissen wir jetzt, daß eine ganze Reihe von Dermatosen durch allgemeine und Stoffwechselerkrankungen, innersekretorische Störungen verursacht wird, auf welche die Strahlentherapie auch starke Wirkungen auszuüben vermag, so daß auch von diesen Gesichtspunkten aus die Wirkung derselben betrachtet werden muß, also nicht nur ein direkter Einfluß des Lichtes, sondern auch ein indirekter soll für den Dermatologen in Frage kommen.

Anderseits muß auch der Wirkungsbereich der Lichtbehandlung auf das richtige Maß gebracht, strenge Kritik geübt werden, um die Fehler aus der ersten Zeit der Lichttherapie endlich auszumerzen. Dann, und nur dann wird dieses mächtige Agens seine segensreiche Wirkung entfalten können, den wahren, gewissenhaften Arzt ebenso wie auch den Hautkranken vor Enttäuschungen bewahren. Es sind wohl jene Krankheiten zu unterscheiden, bei denen auch die Lichttherapie gelegentlich einmal nützt, von jenen, bei denen sie auf Grund reicher Erfahrung angewendet werden soll.

Die seit alters her empirisch bekannte Heilwirkung der Sonne auch für Krankheiten des Integuments durch die direkte Beeinflussung derselben wurde gestützt durch den Nachweis der bakteriziden Wirkung des Lichtes durch DOWNES und BLUNT, welche auch schon die in dieser Hinsicht hervorragende Bedeutung der violetten und ultravioletten Strahlen erkannten; danach war

zu erwarten, daß deren Anwendung bei den oberflächlichen Infektionen mit Bakterien und Pilzen gute Erfolge versprechen würden. Aber erst die grundlegenden Arbeiten FINSSENS und seiner Schüler, denen sich eine Menge anderer anschlossen, gaben die theoretische Grundlage ab, das Licht zur Behandlung auch tiefer gelegener Hautprozesse heranzuziehen, besonders da ja die Erfolge von RIKLI, BERNHARD, ROLLIER auf ganz bedeutende Allgemeinwirkungen schließen ließen. Allerdings harren noch eine Menge Detailfragen ihrer Lösung. Die ursprünglichen Ansichten FINSSENS, daß die Heilkraft der ultravioletten Strahlen auf der Fähigkeit beruht, bakterizid, penetrierend und entzündungserregend zu wirken und deren überragende Bedeutung bei der Belichtung mußte sich manche Modifikation gefallen lassen. Die Penetration der kurzwelligen Strahlen ist eine sehr geringe, schon bei 0,1 mm hat ein wesentlicher Teil die Wirkung verloren, bei 1 mm sind sie vollständig absorbiert, so daß sie bestenfalls bis an das oberflächliche Kapillarnetz heranreichen (FREUND, HASSELBALCH, KELLER). Es ist zwar sicher, daß ultraviolette Strahlen Mikroorganismen in vitro und außerhalb des Körpers in ihrer Virulenz abzuschwächen und auch zu töten imstande sind, selbst solche, welche Dauerformen bilden, aber ihre Wirkung auf Bakterien im Gewebe ist sehr gering, wie auch neuere Arbeiten von LUDW. SCHMIDT, VERHOEFF beweisen. Sie teilen diese Eigenschaft mit den meisten Desinfizienzien, welche im Gewebe versagen. Es kann also zur Vernichtung von Krankheitserregern höchstens an der Oberfläche oder in den obersten Schichten des Gewebes kommen.

Wir müssen heute als das Bedeutsamste für die Lichtwirkung die reaktive Entzündung ansehen. Es kommt durch sie eine aktive Hyperämie sowohl der oberflächlichen Kapillarschlingen als auch des tieferen Gefäßnetzes der Haut zustande. Als Folge davon finden wir eine ödematöse Durchtränkung des Gewebes mit mehr oder weniger starker kleinzelliger Infiltration und später Wucherung von jungen Bindegewebszellen. Dieser starke Säftestrom, die erhöhte lokale Zelltätigkeit lassen uns die lokale Wirkung des Lichtes erklärlich erscheinen. Dazu gesellen sich noch Allgemeinwirkungen, die für manche Dermatosen im Sinne der Umstimmung der Gewebszellen von Belang sein dürften. Ich erwähne nur die Wirkung auf den Stoffwechsel, die Blutbeschaffenheit, auf den Sympathicus im Sinne einer Herabsetzung des Tonus; ebenso wird der Blutzuckerspiegel erniedrigt, anderseits findet sich eine Erhöhung des Kalkspiegels und Veränderungen der Kalkverteilung in der Haut (ROTHMANN, GANS); über diese Dinge wird an anderem Orte ausführlich gesprochen.

Immerhin werden wir dort, wo größere Tiefenwirkungen erforderlich sind, auch andere Strahlengattungen (Röntgen, Radium) zu Hilfe nehmen müssen, sie eventuell mit der Lichttherapie kombinieren. Vielfach kann diese nur als ein sehr wichtiger Behelf, doch nicht als alleiniges therapeutisches Agens gelten, will man rationell und gut heilen.

Die heutzutage auch in der Dermatologie am meisten verwendete Bestrahlungslampe ist wohl die BACHSche „künstliche Höhensonne“, weil sie in der Bedienung einfach, im Stromkonsum sparsam, auch in der Privatordination leicht anzubringen und zu betreiben ist und schließlich für die meisten Dermatosen vollständig ausreicht. Kohlenbogenlampen werden fast nur in größeren Instituten gebraucht, besondere Vorteile bietet das offene Kohlenbogenlicht vor allem bei der Therapie der chirurgischen und Hauttuberkulose.

Bezüglich der Technik der Bestrahlung mit der „künstlichen Höhensonne“ bei Erkrankungen der Haut ist zu bemerken, daß man möglichst gleichmäßig bestrahlen soll, die Stellung bzw. Lagerung des Patienten ist daher von Bedeutung,

damit nicht die der Lampe näher gelegenen Teile mehr oder zuviel Licht bekommen, andere aber zuwenig, wodurch eine ungleichmäßige Wirkung zustande kommt, eventuell Nachbestrahlungen notwendig werden. Auch ist der Lichteinfall von Bedeutung, da ja die senkrecht auffallenden Strahlen der Sonne und der künstlichen Höhensonne stärkere Reaktion geben als solche, die im Winkel auftreffen. Beim offenen Kohlenbogenlichte liegen die Verhältnisse etwas anders, da die Lichtstrahlen vom oberen Pol als Kraterlicht verwendet werden; die beste Ausbeute, die stärkste Wirkung geben Strahlen, welche etwa unter einem Winkel von 45° abgehen (Sonne). Von Bedeutung ist es auch, daß dünne Kleiderstoffe kurzwellige Strahlen nicht immer abhalten, man also dort, wo eine Wirkung vermieden werden soll, dickere Stoffe, mehrfache Lagen von Zellstoff, schwarzes Papier als Lichtschutz verwenden soll. Immer wieder muß darauf verwiesen werden, daß durchbrochene oder gar netzförmige Stoffe nach Bestrahlung eine sehr unschöne Zeichnung hinterlassen, da bei Auftreten einer Pigmentation das Netzmuster in helleren Linien erscheint, was dann viele Wochen anhält und besonders von Damen sehr unangenehm empfunden wird. Man kann sich in diesem Falle durch eine Nachbestrahlung manchmal helfen, weil eine diffuse Pigmentierung meist leichter ertragen wird.

Der Augenschutz ist exakt durchzuführen, bei Bestrahlungen im Gesichte besser als mit dunklen Brillen durch aufgelegte Wattebäuschchen, welche gegen den Rand zu dünn auslaufen, so daß der Pigmentrand nicht in unschöner Weise scharf absetzt, sondern allmählich in die unpigmentierte Hautpartie übergeht. In ähnlicher Weise muß man immer dort verfahren, wo jähe Übergänge der Farbennuancen vermieden werden sollen.

Ebenso wichtig ist der Augenschutz des Bestrahlers gegen die Strahlung, will man lästige Konjunktivitiden vermeiden. Bösere Folgen vermag das sichtbare Spektrum zu zeitigen, da nach VOGTS Untersuchungen durch länger dauernde, intensive Einwirkung desselben schwere Schädigung der Netzhaut eintreten kann.

Es ist selbstverständlich, daß die zu belichtende Haut von Puder und Salbenresten vor der Bestrahlung mit Benzin gereinigt werde, weil diese Stoffe sonst die kurzwelligen Strahlen abhalten. In der Dermatologie macht man sowohl von der örtlichen Bestrahlung, indem man die erkrankte Stelle direkt dem Lichte aussetzt, als auch von der allgemeinen Bestrahlung Gebrauch, nicht zu selten bedient man sich beider Methoden. Der Effekt wird natürlich einerseits von der Lichtstärke der Lampe abhängen, wobei wir uns gegenwärtig halten müssen, daß diese bei neuen Lampen wesentlich größer ist, anfangs rasch abnimmt, später langsamer, so daß man nach einigen Belichtungsstunden mit einer gewissen Konstanz durch längere Zeit rechnen kann, andererseits auch von der Lichtempfindlichkeit des betreffenden Individuums. Zu alte Lampen sollen beizeiten ausgetauscht werden, weil die Effekte zu geringe werden.

Vielfache Versuche wurden unternommen, um zwecks Ermittlung der Lichtstärke einigermaßen brauchbare Meßmethoden zu finden, über die Dosimetrie und ihre praktische Anwendung wurde in einem früheren Kapitel gesprochen; wir verdanken diesbezügliche Kenntnisse und Apparate vorwiegend den Arbeiten von BERING und MEYER, ROST, KELLER. Die Lichtstärke der Lampe wird nach diesem Verfahren gemessen und die Höhensonneerythemdosis (H. E. S.) bezüglich Distanz und Dauer bestimmt, welcher Wert für eingebrannte Lampen durch einige Zeit Geltung hat; natürlich muß ab und zu eine Nachprüfung der Lampe erfolgen. FREUND empfahl zur Lichtmessung das EDER-HECHTSche Graukeilphotometer.

Von FÜRSTENAU rührt das Aktinimeter her, welches Instrument auf physikalischer — der Lichtempfindlichkeit der Selenzelle — Grundlage aufgebaut ist und willkürlich gewählte Quarzeinheiten (Q) direkt anzeigt, welche dann noch mit den Bestrahlungsminuten multipliziert werden müssen (Qm). Etwa bei 20 Q tritt leichtes Erythem ein (BLUMENTHAL).

Zur Ermittlung der Lichtempfindlichkeit einer Person dient das Erythemdosimeter nach KELLER, das besonders bei lichtüberempfindlichen Personen anzuwenden wäre; auch darüber und über seine Anwendungsweise wurde schon früher berichtet.

Allen Meßmethoden haften aber noch eine Menge von Fehlerquellen an, weil durch sie gewisse Spektralabschnitte allein oder vorwiegend gemessen werden, die ideale Methode ist noch immer nicht gefunden. Zudem kommt man in der Praxis im allgemeinen mit der Erfahrung vollkommen aus, und ist bei der ersten Bestrahlung der gewünschte Effekt nicht erreicht, dann gibt die zweite bald die Korrektur. Es ist vorteilhaft, zunächst bei einem neuen Patienten lieber Unterbestrahlungen vorzunehmen, um seine Empfindlichkeit gegen Licht zu prüfen. Wird eine neue Höhensonnenlampe eingebraunt, dann ermitteln wir ihre Stärke zunächst an einer kleinen Hautpartie normal empfindlicher Menschen, also z. B. am eigenen Körper oder an der Innenseite des Armes einer Warteperson.

Wir werden uns im speziellen daran halten, die für die Behandlung der einzelnen Krankheiten wünschenswerten Reaktionen anzugeben. Um aber doch auch einige positive Anhaltspunkte zu geben, wollen wir Distanz und Zeitdauer der Bestrahlung anführen, wobei wir normale Empfindlichkeit der Haut und eine mittlere Lampenstärke — also keine ganz neuen, aber auch nicht zu alte Brenner, etwa in der Lichtstärke von 1500 bis 1600 Kerzen — annehmen. Diese Angaben sind nach unseren Erfahrungen in der Wiener Lupusheilstätte sowie denen von BACH, STÜMPKE, THEDERING, BLUMENTHAL u. a. gemacht. Der Geübte wird bald derselben entbehren können und sich seine Methodik zurechtlegen. Die Messung wird, wenn auch theoretisch und praktisch noch immer nicht ganz einwandfrei, gewiß in der ersten Zeit größere Sicherheit geben.

Nicht alle Körperteile sind gleich lichtempfindlich, auch die Pigmentierung und Lichtgewöhnung spielt eine große Rolle. Wenn die U.-V.-Lichtempfindlichkeit von Rücken, Brust, Beugeseiten der Extremitäten mit 100% angesetzt wird, so muß sie für das Gesicht und die Gelenkbeugen 50%, für die Streckseiten der Extremitäten 200%, für den behaarten Kopf 500 bis 600% angenommen werden. Der kindliche Organismus ist etwa doppelt so empfindlich als der Erwachsener (BLUMENTHAL). Manche Kinderärzte halten die kindliche Haut nicht für wesentlich stärker empfindlich als die Erwachsener und geben fast die gleichen Dosen, besonders bei lokaler Bestrahlung (Mosse). Unserer Meinung entspricht dies nicht. Dazu sei bemerkt, daß blonde Individuen mit dünner Haut gewöhnlich stärker reagieren als dunkle und solche mit dickerer Haut, trockene Haut gibt im allgemeinen schlechtere Reaktionen als stark durchfeuchtete.

Für durchschnittlich empfindliche Patienten stimmen wohl die empirisch gewonnenen Zahlen der meisten Therapeuten überein.

Je nach dem zu erzielenden Effekt wird die Art der Bestrahlung gewählt. Bei Allgemeinbestrahlungen, bei welchen ein Hauterythem vermieden werden soll, beginnt man mit 1 m Distanz und fünf Minuten Bestrahlungsdauer, es wird Vorder- und Rückseite oder nur eine Hälfte bestrahlt, die Bestrahlung erfolgt alle zwei bis drei Tage, wobei sie immer um drei bis fünf Minuten verlängert wird, gleichzeitig oder alternierend — es richtet sich dies nach der Reaktion —

wird die Distanz um 10 cm bis auf 50 cm verkürzt. Die meisten Autoren gehen nur bis zu 30 Minuten, wir verlängern die Bestrahlungen oft bis zu einer Stunde, besonders ist dies in der JESIONECKSchen Halle der Fall, wo mehrere Patienten zu gleicher Zeit behandelt werden.

Will man ein Hauterythem hervorrufen, dann beginnt man mit 60 bis 70 cm durch 8 bis 10 Minuten, steigt immer um fünf Minuten bei Verringerung des Lampenabstandes bis auf 50 cm. Die nächste Bestrahlung soll erst nach Ablauf des Erythems erfolgen.

Nach fünfzehn bis zwanzig in continuo verabreichten Höhensonnenbestrahlungen wird vielfach eine Pause von drei bis vier Wochen eingeschoben, um die Lichtgewöhnung und eventuelle Pigmentation ablaufen zu lassen, weil dann die Haut und der Organismus auf neue Bestrahlung besser anspricht. Auch bei den offenen Kohlenbogenlichtbädern ist dies oft von Vorteil, doch meist erst nach einem etwas längeren Bestrahlungszyklus; REYN vermeidet Pausen bei Behandlung von Hauttuberkulose, bestrahlt in continuo.

Bei besonders lichtempfindlichen Patienten kann die Wirkung auch noch abgeschwächt werden, indem man zwischen Höhensonne und Körper einen Blaufilter — einen Uviolschirm — einschiebt. Im allgemeinen ist das Quecksilberdampflicht ein „kaltes Licht“, während durch die Kohlenbogenlampen, besonders die offenen eine sehr große Wärmeentwicklung stattfindet, wodurch der Stoffwechsel wesentlich erhöht wird, was immer Berücksichtigung finden soll, da ja durch die starke Transpiration an den Organismus hohe Ansprüche gestellt werden, welchen schwächliche Personen nicht gewachsen sein können.

Zur Erzeugung einer energischen Schälwirkung benutzt man die KROMAYER-Lampe als Weißlicht aus 10 cm Distanz durch drei bis fünf Minuten; auch da kann die Wirkung durch Vorschalten einer Blauscheibe abgeschwächt werden.

Um Tiefenwirkungen zu erhalten wird die FINSSEN- oder KROMAYER-Lampe, letztere mit Blauscheibe und Kompressionslinse verwendet. Die Drucklinse erhöht nicht nur durch das Zusammenpressen des Gewebes, sondern auch durch die Anämisierung die Reichweite der Strahlen.

Erwähnt seien hier noch die Lichtduschen THEDERINGS, bei denen er Gesamtbestrahlungen des Körpers in vier Stellungen aus 1 m Distanz durch ein bis zwei Minuten täglich oder drei- bis viermal wöchentlich ausführt, um durch diesen kurzen Reiz den Stoffwechsel anzuregen.

JESIONECK sucht sich über die Art der Wirkung des ultravioletten Lichtes Rechenschaft zu geben und spricht ihm einen keratoplastischen, pigmentophoren, germinativen, sekretorischen und entzündungserregenden Reiz zu. So tritt z. B. die keratoplastische, die Verhornung regulierende Komponente bei der Behandlung des Ekzems, der Ichthyosis, Psoriasis, des Lichen ruber planus in Aktion; auch bei der Acne juvenilis ist sie das Wichtige und nicht die Schälwirkung, da die Hornfettbildung geregelt wird. Der nutritiv-hyperämische Reiz kommt vor allem im Sinne der Esophylaxie zur Geltung, der innersekretorischen Funktion des Hautorgans und seiner Bedeutung für die Immunkörpererzeugung. Es ist ja klar, daß man die einzelnen Reaktionen in ihrer Beeinflussung der physiologischen Vorgänge nicht scharf voneinander trennen kann, aber je nach der Stärke der Belichtung wird die eine oder die andere Wirkung prävalieren.

Von der Beschaffenheit der Haut hängt die individuelle Empfindlichkeit derselben gegen Belichtung, speziell mit ultravioletten Strahlen, ab. Vor allem ist die Dicke der Epidermis von besonderer Bedeutung, wo dieselbe dünner ist wird ceteris paribus stärkere Reaktion auftreten, aber auch leicht schwitzende, blasse Haut reagiert stärker.

Jede Lichtreaktion *sensu strictiori*, bei der also die Wärmestrahlung keine größere Rolle spielt, ist durch den Nachweis einer Inkubationszeit gekennzeichnet und diese symptomlose Latenzzeit bietet eben eine gewisse Gefahr bei den Sonnenbädern im Freien, da der warnende Schmerz fehlt. Während und unmittelbar nach der Bestrahlung empfindet Patient z. B. bei Höhensonnenapplikation ein leises Prickeln in der Haut, eventuell ein leichtes Wärmegefühl. Die Erwärmung ist natürlich bei den Kohlenbogenlampen, speziell beim offenen Kohlenbogenlicht eine viel intensivere. Erst vier bis fünf Stunden später beginnt sich die Haut zu röten und zu brennen. Je nach der Stärke der Bestrahlung bleibt es beim Hauterythem, welches von selbst oder bei indifferenter Behandlung (Puder, Pasta) zurückgeht und eine mehr minder starke Pigmentierung hinterläßt. War jedoch die Intensität der Applikation eine intensivere, dann kommt es zur Desquamation in kleinen und größeren Lamellen, die Restitution wird längere Zeit, einige Tage dauern, begleitet oft von mehr weniger starkem Jucken. Schließlich können bei übermäßiger Bestrahlung auch Blasen entstehen, was bei therapeutischen Bestrahlungen im allgemeinen vermieden werden soll, die lokal Schmerzen, bei größerer Ausdehnung auch Störungen des Allgemeinbefindens (Temperatursteigerungen, Pulsirregularität, Herzerscheinungen, leichte Albuminurien) im Gefolge haben können, doch sind diese nicht bedrohlich, nur bei Säuglingen und schwächlichen Kindern können sie unangenehm werden. Am ehesten finden sich solche Reaktionen bei der ersten Sitzung, wenn zu energisch vorgegangen wird, bei den nächsten macht sich schon eine gewisse Gewöhnung geltend, wozu auch die Pigmentierung tritt. Allerdings muß man bei einer sich noch schälenden Haut für die nächste Bestrahlung eine gewisse Vorsicht walten lassen. Am häufigsten finden sich schwerere Vorkommnisse bei den „wilden Sonnenbädern“ im Freien oder wie z. B. in einem Falle, in dem ein Patient, der sich selbst ein künstliches Sonnenbad applizierte, unter der Lampe einschlief. Die Abheilung geht da selbstredend langsamer vonstatten, doch auch ohne Narbenbildung, gewöhnlich von stärkerer Pigmentation gefolgt. Die Behandlung erfolgt nach den Regeln der Dermatologie wie bei Verbrennungen II. Grades: also zunächst feuchte Einwicklungen mit Borwasser, verdünnter BUROW-Lösung oder Ölverband, später Zinköl, Zinkpasta, Puder; Allgemeinsymptome bedürfen spezieller Beachtung, gehen aber wohl immer mit den Hauterscheinungen vollkommen zurück.

Nur kurz erwähnt sei hier auch die Bedeutung des ultravioletten Lichtes für die Diagnostik von Hauterscheinungen. Das Woodsche Licht wird dadurch erzeugt, daß man das Licht der Quarzlampe durch ein Nickeloxydfilter durchschickt, wobei nur die Wellenlängen um $360\mu\mu$ hindurchtreten. Fallen diese auf die Haut, so gelangt es zu Fluoreszenzerscheinungen daselbst, Veränderungen werden deutlich sichtbar. Arbeiten in dieser Hinsicht finden sich erst im Anfangsstadium, doch scheinen sich bedeutende Perspektiven zu eröffnen (NOGIER, MEYER und SAIDMANN, MARGAROT et DEVÈZE). Ein Diagnoseansatz aus Glas wird neustens auch von den Hanauer Werken konstruiert.

Hauttuberkulose

Bei den tuberkulösen Erkrankungen wurden zuerst die glänzenden Resultate der Lichtbehandlung gesammelt (RIKLI, BERNHARD, ROLLIER) und FINSSEN und seine Schule waren es, welche diese Therapie nicht nur für die verschiedenen Formen der Hauttuberkulose angewendet und deren Bedeutung für die Heilung derselben erkannt haben, sondern mit diesen Arbeiten setzt erst

die theoretische Erforschung der Wirkungsweise ein. Ihm verdanken wir die glänzende Methode für die schwerst zu beeinflussende Form, den Lupus vulgaris, ihm aber auch die Vertiefung in den Erkenntnissen der biologischen Vorgänge bei der Belichtung. Und wenn sich seither auch manches in unseren Anschauungen geändert hat, seine grundlegenden Resultate blieben unerschüttert.

Die Hauttuberkulose ist nur in seltenen Fällen der einzige tuberkulöse Herd im Organismus, wie z. B. bei der *Verruca necrogenica*, bei der *Tuberculosis verrucosa cutis*, bei manchen Lupusfällen, welche auf exogene Infektion zurückzuführen sind. Für die meisten Fälle kann ein anderer Herd im Körper nachgewiesen werden, der allerdings oft sehr unscheinbar und ruhend ist, daher keiner besonderen Beachtung bedarf, nicht so selten finden sich aber daneben mehr oder minder schwere Erkrankungen der Lunge, der Lymphdrüsen, des Knochens, deren Behandlung nie außeracht gelassen werden soll. Es gilt, diese Quelle zu verstopfen, da ja nachgewiesen worden ist, daß doch von da aus ab und zu T. B. in den Kreislauf geworfen werden, welche neue Aussaat in der Haut machen oder alte Stellen wieder zum Aufflackern bringen. Neben klinischen Erfahrungen (postexanthematischer Lupus) sprechen auch experimentelle Untersuchungen dafür (LÖWENSTEIN und VOLK, SCHÖNFELD). Es wird sich also darum handeln, den Gesamtorganismus zu behandeln, durch allgemein hygienische Maßnahmen, gute, zweckmäßige Ernährung, aber auch durch immunisatorische Faktoren, zu denen die Tuberkulinkuren in ihren verschiedenen Formen (Injektion, PONNDORF, Ektebin- bzw. Dermotubinbehandlung) gehören.

Eine wesentliche Unterstützung in dieser Hinsicht kann auch durch allgemeine Lichtbäder bewirkt werden, deren Anregung des Stoffwechsels schon mehrfach erwähnt wurde. Untersuchungen haben auch gezeigt, daß der Immunitätstitel bei Tuberkulösen, gemessen mit den Partialantigenen nach DEYCKE-MUCH, dadurch offenbar erhöht wird. Auf die Ursachen hier einzugehen, würde zu weit führen, zumal eine exakte Beweisführung dafür bisher nicht gelungen ist, wir uns auf dem Boden der Theorie bewegen, wie die Allgemein- bzw. Tiefenwirkung des Lichtes zustande kommt. Wir glauben aber doch das eine mit Sicherheit sagen zu können, daß jenes Licht, welches das Gesamtspektrum, also das sichtbare und Teile des ultravioletteten in sich faßt, bei der Tuberkulosebehandlung wenigstens dem alleinigen Ultraviolettlicht überlegen ist; daher das Streben, bei Lichtquellen, welchen Teile des Spektrums fehlen, diese durch Zusatzapparate zu ergänzen.

Unserer Erfahrung nach bietet sich uns als eine der besten Form der natürlichen Belichtung — bisher leider viel zu wenig ausgenutzt — bei Haut- aber auch bei Knochentuberkulose ein Aufenthalt am Meere, besonders im südlichen Teil unseres Kontinentes, also an der Adria; es mag da vielleicht auch der große Jod- und Salzgehalt der Bäder eine Rolle spielen, jedenfalls aber auch die klimatischen Verhältnisse, welche eine restlose Ausnutzung des Aufenthaltes während der Frühlings- und Sommermonate gestatten. Dies gilt allerdings nur für Fälle, welche keine schwerere Lungentuberkulose haben, denn diese vertragen das Klima nicht, sie gehören unbedingt ins Hochgebirge (JADASSOHN). Einen Ersatz für letzteres bietet der Aufenthalt im Mittelgebirge oder auch die Tieflandsonne (WEISER), deren Wirkung noch dadurch erhöht werden kann, daß die Heilanstalten an Seen angelegt werden, wodurch die Lichtwirkung durch Reflexion der Strahlen erhöht wird, ja auch geeignete Dachgärten an der Peripherie der Großstadt können noch manches leisten (LEVY). Doch nochmals müssen wir betonen, daß wir oft die schönsten, ja überraschende Resultate selbst bei schwersten Lupusfällen und Knochenerkrankungen in verhältnismäßig

kurzer Zeit gesehen haben nach einem Aufenthalt an der Adria. Dazu kommt noch, daß durch die mächtige Umstimmung solche Kranke dann anderen Methoden viel besser zugänglich wurden.

Doch Sonne, Meer und Gebirge stehen uns leider nicht immer zur Verfügung, bei welchen nebst der Lichtwirkung übrigens ja auch andere Faktoren eine Rolle spielen, und so mußte man zu einem Ersatz für dieselben greifen, welcher, wenn auch nicht ganz vollwertig, doch Vorzügliches leistet. FINSSEN hat übrigens angeregt, daß Höhensanatorien Lichtanlagen haben sollten, welche an trüben, nebligen Tagen in Funktion treten, eine Forderung, welche bereits vielfach erfüllt wurde. Zur Allgemeinbestrahlung werden die verschiedensten Lichtarten verwendet, als einfachste, fast überall verwendbare die künstliche Höhensonne, da sie nur eine geringe Ampèrezahl braucht, deren Spektrum dann am besten durch die Solluxlampe ergänzt werden kann. Wegen des der Sonne viel ähnlicheren, kontinuierlichen Spektrums wurde schon von FINSSEN, mit allem Nachdruck aber von AXEL REYN das offene Kohlenbogenlicht der großen FINSSEN-Lampe empfohlen, um welches die Patienten, möglichst entkleidet, sitzen; wenn zwei solche Lampen in 0,6 m Entfernung voneinander, wie in Kopenhagen, angebracht sind, sitzen sechs bis acht Patienten bei denselben. Für liegende Patienten werden drei Kohlenbogenlampen zu 20 Ampère aufgehängt, welche ebenso wie die großen Bogenlampen mit einer Spannung von 50 Volt brennen. Bei den kleinen Lampen können zu beiden Seiten je ein Patient liegend bestrahlt werden oder zwischen den Lampen je zwei zu beiden Seiten sitzend; doch ist unserer Erfahrung nach die Wirkung entschieden schwächer. Die Distanz zwischen den kleinen Lampen wurde von REYN mit 55 cm angegeben, wir haben in Anbetracht der durchschnittlichen Größe unseres Menschen-schlages und besonders da sie vorwiegend für Kinder verwendet werden, sie etwas näher aneinander gerückt und den Zwischenraum auf 50 cm verkürzt. Ein Nachteil des offenen Kohlenbogenlichtes ist, daß die Kohlen manchmal spritzen, so daß Leinenzeug leicht angebrannt wird, was wir aber durch Auflegen von Asbeststreifen leicht verhindert haben. Diese Unannehmlichkeit tritt bei den geschlossenen Kohlenbogenlampen, z. B. der Aureollampe von SIEMENS, der Jupiterlampe, den KOHLschen Lampen, zwar nicht ein, doch kommt da vielfach nicht das Kraterlicht, sondern der Lichtbogen zur Wirkung, auch ist der Effekt entschieden infolge Absorption durch das Glas geringer. (Näheres siehe Kapitel: HAUER: „Die künstlichen Lichtquellen“ S. 44 dieses Handbuches.)

In ihrer Anwendung viel einfacher und sparsamer ist das Quecksilberdampflicht in Form der Quecksilberdampf Lampe oder auch des JESIONEKschen Lichtbades. Mit Rücksicht auf das eigentümliche Spektrum, welches ein Linienspektrum ist, dem ein großer Teil der langwelligen Strahlen fehlt, wird mit Vorteil die Solluxlampe hinzugefügt. Es besteht gar kein Zweifel, daß man auch damit ausgezeichnete Resultate erzielt, doch halten wir mit REYN und anderen, welche Erfahrung mit dem offenen Kohlenbogenlicht haben, dieses der Höhensonne entschieden überlegen.

Während JESIONEK, ROST allzustarke Allgemeinreaktionen mit starkem Erythem und Pigmentierung vermeiden und vorsichtig ansteigen, ist REYN sehr energisch, will starke Rötung und Reaktion erzielen. Er beginnt bei kräftigen Patienten mit drei Viertel bis einer Stunde und steigt rasch jeden zweiten Tag, so daß er in zwei Wochen bereits die Bäder auf zwei bis zweieinhalb Stunden ausdehnt; nur bei schwächlichen Patienten, besonders wenn schwerere Lungenprozesse bestehen, wird mit fünfzehn bis zwanzig Minuten begonnen und langsamer gestiegen. Die Bestrahlung erfolgt ununterbrochen und wird durch sechs bis acht

Monate, ja ein Jahr und darüber fortgesetzt. JESIONEK, ROST machen nach zehn bis zwölf Wochen eine Erholungspause durch drei bis vier Wochen, während welcher Zeit aufgetretene Pigmentierung größtenteils zurückgeht, die Lichtgewöhnung der Haut schwindet, dann folgt ein neuer Zyklus. Wir selbst bevorzugen bei beiden Belichtungsarten das Entstehen eines Erythems, sind aber doch vorsichtiger und beginnen bei der großen Kohlenbogenlampe mit einer Viertelstunde Bestrahlungsdauer, steigen aber rasch jeden zweiten Tag bis zu ein bis eineinhalb Stunden und sind mit den Erfolgen sehr zufrieden, etwa alle drei bis vier Monate wird eine Pause von zwei bis drei Wochen eingeschaltet. Selbstverständlich wird der Patient genau beobachtet, Temperatur, Gewicht, Lungenbefund stets kontrolliert, um den Kranken nicht etwa zu schädigen.

Wenn wir nun auch die Tatsache aus eigener Erfahrung bestätigen können, daß ein Lupus auf alleinige Allgemeinbestrahlung gebessert, ja mitunter auch geheilt werden kann, selbst wenn er nicht mitbestrahlt wurde, so ist die Allgemeinbestrahlung doch vorwiegend in Kombination mit lokaler Belichtung (FINSEN-, KROMAYER-Lampe) zu verwenden, da die Heilung viel rascher erfolgt. Durch diese Kombination wird das Heilungsprozent wesentlich erhöht, nach REYN von 59,6 auf 90%, Heilungen und Fälle, welche nach reiner Lokalbestrahlung kaum Aussicht auf Erfolg hätten, noch einem solchen zugeführt. REYN gibt an, daß von 72 Patienten letzterer Kategorie, welche regelmäßig mit Kohlenbogenlichtbädern und FINSEN-Druckbestrahlung behandelt wurden, bei 52 Heilung eintrat, während 15 gebessert wurden mit Aussicht auf Heilung. Beim Lichen scrophulosorum und bei papulo-nekrotischen Tuberkuliden kommt man gut mit Allgemeinbestrahlungen allein, eventuell unterstützt durch eine Tuberkulinkur aus. Für das Scrophuloderm, das Erythema induratum Bazin, gleichzeitig bestehende Lymphome ist eine Kombination mit Röntgen zu empfehlen. Zu ähnlichen guten Resultaten kommen FRANÇOIS, SEQUEIRA, BREIGER, JADASSOHN und auch wir. SEQUEIRA dehnt die Kohlenlichtbäder sogar bis zu vier Stunden aus, was unserer Ansicht nach nicht notwendig und eine schwere Belastung des Patienten ist.

Auch die tuberkulösen Affektionen, besonders der Lupus der Schleimhäute (harter, weicher Gaumen, Rachen, Kehlkopf) reagieren auf Lichtbäder sehr gut (HEIBERG, LOMHOLT, MAYER, SPITZER, VOLK, FRIED). Die beiden letzteren haben dann die lokale Bestrahlung entweder direkt oder im reflektierten Lichte, für den Kehlkopf mit dem SORGOSCHEN Apparat hinzugefügt und glauben dadurch den Ablauf zu beschleunigen. WESSELY hat eine eigene Lampe konstruiert und weist bei alleiniger Lokalbestrahlung auch sehr gute Resultate auf, von mancher Seite wird auch diese auf eine allgemeine Wirkung zurückgeführt. Eine sehr gute Unterstützung bietet eine gelegentliche Bestrahlung mit Röntgen oder Radium, welches letzteres besonders bei der Behandlung des Nasenlupus in Form der Dominici oder Albanusträger eine ganz hervorragende Bedeutung hat.

Die allgemeinen Kohlenbogenlichtbäder unterstützen also sehr energisch die lokale Lichtapplikation und rationalisieren damit den kostspieligen FINSEN-Betrieb; bei ausgedehnten Lupusherden machen sie eine Behandlung überhaupt erst möglich; die hypertrophischen Herde flachen ab, ulzeröser Lupus kommt zur Überhäutung, das kutane Infiltrat geht bald zurück. Die Erscheinungen der kolliquativen Hauttuberkulose, der Knochen-, Gelenks- und Drüsentuberkulose werden vielfach außerordentlich günstig beeinflußt, besonders bei Zuhilfenahme der Röntgenbestrahlung, so daß in vielen Fällen sich die Resultate mit denen im Hochgebirge messen können, wobei wir aber immer wieder betonen möchten,

wie segensreich Volksheilstätten an der Adria und in geeigneten Gebirgshöhen gerade für diese Fälle wirken könnten.

Zwecks Heilung des Lupus hat FINSSEN seine Kohlenbogenlampe mit Konzentratoren und Drucklinse konstruiert, und die eigentliche Domäne dieser allerdings sehr kostspieligen Apparatur ist der Lupus, vor allem der Lupus planus. Für die exulzerierte, hypertrophische, verruköse Form halten wir eine Vorbehandlung mit Pyrogallol, Resorcin, Kupferdermasan, Lekutyl, Pyotropin, Kochsalzbrei oder eine Kombination von elektiver Ätzwirkung mit diesen Substanzen und Röntgen für unbedingt geboten, da man bei direkter Applikation von FINSSEN auf solche Formen unnötig zu teuer arbeitet. So berechtigt von JESIONEK, ROTHMANN, BOMMER, SEQUEIRA, GROEDEL und LOSSEN geäußerte Bedenken gegen Röntgen sind, wenn dieses von nicht geschulten Röntgenologen in zu hohen Dosen oder zu viel gegeben wird, so muß ich eine generelle Verurteilung der RÖNTGEN-Therapie beim Lupus vulgaris seitens dieser Autoren entschieden zurückweisen. Niemals bekommt man eine so rasche Rückbildung wie durch Röntgen beim ulzerösen Lupus oder wenn wir den geschlossenen hypertrophischen Lupus in einen exulzerierten, z. B. durch Pyrogallolsalbe verwandeln und auf die gereinigte Wundfläche Röntgen applizieren. Allerdings bedarf es keiner zu großen Dosen 4 H durch 1 bis 2 mm Alum. gefiltert von mittelharter Strahlung genügen meist, die Ruhepausen können im allgemeinen vier bis fünf Wochen betragen, auch soll die Gesamtzahl der Bestrahlungen nicht allzu groß sein. Übrigens sei auch erwähnt, daß von mancher Seite eine kräftige Reaktion durch Höhensonne oder KROMAYER-Lampenbelichtung der Röntgenbestrahlung vorausgeschickt wird (GERSON). Ist Abflachung eingetreten, beim Lupus planus von vornherein, dann tritt die FINSSEN-Bestrahlung in ihre Rechte.

Die FINSSEN-Behandlung muß konsequent durchgeführt werden, jedesmal dauert die Belichtung durchschnittlich eine Stunde, nur bei zarter atrophischer Haut wird die Zeit herabgesetzt. Es ist wohl unstrittig, daß man mit keiner Methode so ausgezeichnete Resultate, eine so zarte schöne Narbenbildung erreicht als mit dieser. Dieselbe Stelle wird erst wieder bestrahlt, wenn die erste Reaktion, welche in Form einer Rötung, Schwellung bis zur Blasenbildung aufgetreten war, geschwunden oder fast zurückgegangen ist. Pigmentation ist gewöhnlich nicht sehr stark, nur merkt man zuweilen, daß eine Lichtgewöhnung allerdings nach längerer Zeit eintritt, eine vorübergehende Reizung durch Salbe oder Kantharidenpflaster stellt die Reaktionsfähigkeit der Haut bald wieder her, was auch durch eine Unterbrechung der Behandlung auf drei bis vier Wochen herbeigeführt werden kann.

So wunderschön die Erfolge sind, so krankt die FINSSEN-Therapie an der Langwierigkeit und Kostspieligkeit der Behandlung. Die letztere wird entschieden herabgesetzt durch die Lichtbehandlung mittels KROMAYERS Quecksilberdampflampe mit Druck und Blauglasfilterung, welche wir beim Lupus prinzipiell immer anwenden, um die Tiefenwirkung zu erhöhen. Man hat lange gestritten und experimentell zu erweisen gesucht, bei welcher Art — ob FINSSEN oder KROMAYER — die Tiefenwirkung eine größere ist (BUSCK, WICHMANN, HESSE, JANSEN, HEYMANN, FRANK SCHULTZ, BERING, PÜRKHAUER, HEIBERG und andere) und die Ergebnisse dieser Untersuchungen gaben einmal der einen, ein andermal der anderen Lampe das Übergewicht. Die Klinik lehrt uns, daß die Erfolge mit der FINSSEN-Lampe entschieden größer sind, doch ist es zweifellos, daß auch die KROMAYER-Lampe für viele Fälle vollständig ausreicht.

Wir halten es auch für überflüssig, hier große statistische Tabellen über die Heilresultate zu geben, sie sind so abhängig vom Materiale, der Behandlungs-

weise, der Technik, daß man kaum Vergleiche anstellen kann. Es genüge, daß im FINSSEN-Institute zirka 60% Heilungen zu erzielen waren, welche bei Kombination mit allgemeinen Kohlenbogenlichtbädern bis auf 90% gesteigert werden konnten. Die anderen Statistiken (Wiener, Berner Lupusheilstätte, Sequeira, Gimeno) sind zum Teil niedriger, doch geht auch aus ihnen hervor, welcher mächtige Heilfaktor uns in der FINSSEN-Lampe beschieden ist. Rezidivieren einzelne Knötchen immer wieder, was auf ihre tiefe Lage im Gewebe zurückzuführen ist, wohin eben das FINSSEN-Licht nicht mehr reicht, dann empfehlen HEIBERG und LOMHOLT für diese die Exzision. Auch Pyotropin bewährt sich oft in solchen Fällen. Immerhin ist zu bedenken, daß die Lichtstrahlen im lupösen Gewebe viel tiefer eindringen als im gesunden (HAXTHAUSEN), worauf zum Teil die stärkere Wirkung auf ersteres beruht. JESIONEK, ROST kombinieren Druckbestrahlung mittels KROMAYER mit allgemeiner Höhensonnenbehandlung und kürzen auch die Dauer wesentlich ab, verbessern ihre Resultate.

Bei der FINSSEN-Lampe war bisher die Kompressionsbestrahlung die einzig gebräuchliche. Die guten Resultate der Sonne am Meere, aber auch Berichte über gute Erfolge bei Lupus mit der Quarzlampe auf Distanz bei lokaler Wirkung (JESIONEK, SCHOLTZ, SCHULTZ) legten den Gedanken nahe, auch beim konzentrierten Kohlenbogenlicht die Drucklinse wegzulassen, obwohl ja FINSSEN mit guten Gründen dieselbe empfohlen hatte, um die Tiefenwirkung durch Anämisierung und Kompression zu erhöhen. Der von uns ausgeführte Versuch, über dessen Resultate KROPATSCH ausführlicher berichtet hat, ergab ganz ausgezeichnete Erfolge; es kommen da nicht nur die kurzwelligen, sondern auch Wärmestrahlen zur Aktion (Sonne, BENOIT). Die Bestrahlung wird so durchgeführt, daß der Lupusherd innerhalb des Fokus gelagert wird, wodurch schon in 15 bis 30 Minuten eine kräftige Reaktion zustande kommt. Man wartet nun nicht das Abklingen ab, sondern setzt Reaktion auf Reaktion, so daß der Herd möglichst anhaltend in Hyperämie bleibt. Tritt stärkere Pigmentierung ein, oder läßt die Ansprechbarkeit des Gewebes nach, so kann diese leicht wieder erhöht werden, wenn durch Pyrogallol-, Kupfer-, Resorcinsalben oder Kantharidenpflaster eine oberflächliche Aufschließung herbeigeführt wird; auf die erodierte Stelle folgt sofort wieder die Applikation des FINSSEN-Lichtes. Man kann so verhältnismäßig rascher weitgehende Involution der Lupusknötchen erreichen; Parallelversuche mit der KROMAYER-Lampe haben uns gezeigt, daß diese der FINSSEN-Lampe nachsteht. Eine Unterstützung kann man durch gleichzeitige Injektion von Goldpräparaten, besonders Auropfos, in steigenden Dosen von 0,001 bis 0,1, ja 0,2 in etwa viertägigen Intervallen erzielen. Nichtsdestoweniger soll damit die Druckbestrahlung keineswegs ausgeschaltet werden und besonders tief liegende, auch einzeln stehende Knötchen bleiben der Druckbestrahlung vorbehalten, ebenso Fälle, welche nicht so oft zur Behandlung kommen können.

Große Beachtung verdienen die Komplikationen des Lupus, nebst der Lungentuberkulose auch Lymphome, Knochenerkrankungen, spezifische Erkrankungen der Nasenschleimhaut. Wir sehen auch solche auf Allgemein- und lokale Bestrahlungen mit Kohlenbogen- und Quarzlicht heilen (REYN, BONNSDORFF, ROBERTSON, FRANÇOIS), doch wird der Verlauf besonders bei Lymphomen und Tuberkulose der kleinen Knochen und Gelenke wesentlich beschleunigt, wenn Röntgenbestrahlungen, für das Naseninnere Radium herangezogen werden. Ähnliches gilt auch für die Affektionen des Rachens und Kehlkopfes, worüber ja an anderer Stelle ausführlich berichtet wird. Lupöse Erkrankungen der Lider, sowie der Conjunctiva palpebrarum gehen auf FINSSEN-Druckbestrahlung sehr

prompt zurück, wobei die zarte Narbenbildung besonders vorteilhaft ist weil sie Verziehungen des Lides und deren Folgeerscheinungen nicht aufkommen läßt. Es ist von besonderer Bedeutung, daß die Heilung eine vollkommene, auch das letzte Infiltrat beseitigt sei, weil sonst fast sicher Rezidiven auftreten. Die Druckbestrahlung an der Conjunctiva des unteren Lides ist verhältnismäßig einfach. Das obere Lid muß natürlich umgeschlagen, auch die Umschlagsfalte dargestellt werden, weil sich auch dort gerne noch Lupusknötchen finden. Es sind eigene Pinzetten konstruiert, um das Lid in dieser Stellung möglichst schmerzlos zu halten, unter Umständen muß auch noch Kk.aeineinträufung vorgenommen, die Drucklinse durch die Hand der Schwester bedeckt werden.

Im allgemeinen wird man sich nicht auf eine Behandlungsmethode beschränken, sondern je nach dem Falle die geeignetste verwenden (LANG, JUNG-MANN VOLK, ROST u. a.), am besten die verschiedenen kombinieren, um möglichst rasch und gut zum Ziele zu gelangen. Aber auch bei der kombinierten Behandlung ist es nicht gut, sich an ein Schema zu halten, jeder Fall muß individuell aufgefaßt, die Therapie dem jeweiligen Zustand angepaßt werden. Näher darauf einzugehen erübrigt sich, da dies Sache der Erfahrung ist und wohl vorwiegend den spezialisierten Fachärzten zukommt.

Man muß sich stets vor Augen halten, was ich immer und immer wieder betone, daß wir jene tuberkulösen Erkrankungen zu heilen imstande sind, welche eine Heilungstendenz haben, also im allgemeinen die produktiven Formen. Glücklicherweise gehören die meisten Hauttuberkulosen und auch ein Teil der tuberkulösen Erkrankungen des Rachens und Kehlkopfes zu diesen Formen. Immerhin finden sich auch unter den Lupuspatienten Fälle, welche sich den



Abb. 1. Lupus vulgaris des Halses und Gesichtes



Abb. 2. Geheilt durch Druckbestrahlung mit der Kromayer-Lampe

lichttherapeutischen Maßnahmen gegenüber refraktär verhalten. Unter solchen Umständen muß zunächst getrachtet werden, die Kondition zu ändern, z. B. Aufenthalt an der See, im Gebirge, Liegekur usw., dazu gehört auch z. B. das allgemeine Kohlenbogenlichtbad, worauf dann lokale Maßnahmen von Erfolg begleitet sind.

Andere Formen der Hauttuberkulose reagieren, wie schon erwähnt, auf allgemeine Bestrahlungen mit Höhensonne oder Kohlenbogenlicht sehr gut, so die papulo-nekrotischen Tuberkulide, der Lichen scrophulosorum. Abheilung der Tuberculosis colliquativa, des Erythema induratum wird wesentlich beschleunigt bei gleichzeitiger Verwendung von Röntgenstrahlen. Das BOECKSCHE

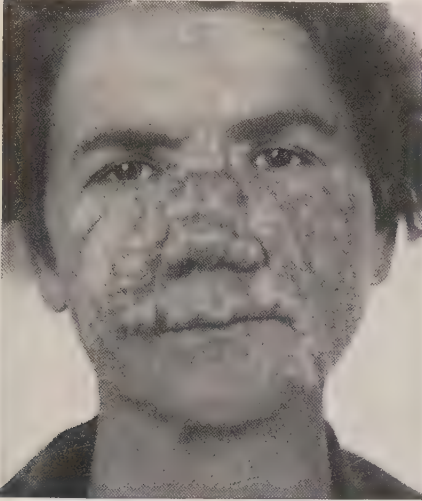


Abb. 3. Lupus tumidus des Gesichtes



Abb. 4. Mit Röntgen vorbehandelt, sodann durch Finsen geheilt

Sarkoid erweist sich unseren therapeutischen Maßnahmen gegenüber mitunter sehr renitent, wir glauben durch Kombination von intravenösen Aurophosphorinjektionen, allgemeinen Kohlenbogenlichtbädern und lokalen FINSSEN-Fernbestrahlungen in diesen Fällen doch auch Erfolge erzielt zu haben. Beim Lupus erythematosus sieht man zuweilen bei den chronischen, leicht hyperkeratotischen Formen auf FINSSEN-Druckbestrahlung gute Rückbildung, doch ist immer eine gewisse Vorsicht angezeigt, die individuelle Empfindlichkeit erst zu erproben, um nicht durch unsere Therapie erst eine Propagation oder eine lokale Verschlechterung zu veranlassen.

Erkrankungen der Haare

Ein bleibendes Verdienst NAGELSCHMIDTS ist es, die Erkrankungen des Haares und des Haarbodens der Lichttherapie zugeführt zu haben. Es handelt sich hierbei nicht nur um kosmetische Defekte, sondern um Entstellungen, welche den Träger auch in sozialer und materieller Beziehung schwer schädigen können.

Es ist von vornherein klar, daß überall da, wo die Haarpapille zugrunde gegangen ist, von einer Regeneration nicht die Rede sein kann. Bei allen narbigen Prozessen, allen Erkrankungen, welche zur Atrophie der Papille führen, wird es zu einer Restitution, zu neuem Wachstum des Haares nicht kommen. Dahin gehört u. a. der Haarmangel nach Favus, nach Folliculitis decalvans capitis, der Pseudopelade Brocq, bei schweren Atrophien infolge von Lupus erythematosus, Röntgenbestrahlung, bei ausgedehnter, länger bestehender Glatzenbildung. Wo man aber annehmen kann, daß die Papille zwar stark geschädigt, aber doch

noch, wenn auch kümmerlich, lebensfähig ist, da wird ein Versuch immerhin erlaubt sein, weil man dadurch oft voll entwickelte Haare, oder auch nur Wachstum von Lanugohärchen erzielen kann, womit manche Patienten schon recht zufrieden sind. Auch bei der Pseudopelade hatte ich mitunter den Eindruck, daß die Progredienz doch etwas verzögert wird. Bei eitrigen Prozessen hat die Belichtung nicht so selten insofern einen Sinn, als der Eiterung Einhalt getan werden kann, und damit weitere Infektion von Follikeln verhindert wird, also auch da kann mit der Belichtung und zweckmäßigen medikamentösen Therapie noch manches geleistet werden.

Viel bedeutsamer ist die Lichtbehandlung für alle jene Haarerkrankungen, bei welchen die Follikelatrophie erst ganz allmählich, nach langer Dauer eintritt, indem wir diese nicht nur hinausschieben, sondern scheinbar auch hemmen können. Die häufigste Ursache der vorzeitigen Kahlheit ist wohl die *Seborrhoea capitis*, deren heute noch viel umstrittene Ätiologie hier nicht besprochen werden soll. NAGELSCHMIDT meint, daß man dieselbe durch einige wenige Bestrahlungen zu heilen imstande ist. Dies trifft für manche Fälle, besonders die leichteren, zu, kann jedoch als allgemeine Regel wohl kaum gelten. Oft sehen wir, daß eine irgendwie stärkere Seborrhöe trotz sorgfältigster Behandlung wenigstens dauernd überhaupt nicht zu heilen ist. Weitgehende Besserungen, zeitweiliges gänzliches Sistieren der abnormen Funktionen von Haut und deren Anhangsgebilde kommen schon vor, aber nur allzu häufig erleben wir es, daß einige Zeit nach Aussetzen der Behandlung das Leiden in alter Stärke oder nur wenig geringer wieder zum Vorschein kommt. Jedenfalls möchten wir auf eine medikamentöse Behandlung neben der Bestrahlung nicht leicht verzichten, ja wir halten sie sogar für unbedingt geboten. In erster Reihe wäre hiebei der Schwefel in Verbindung mit Teer, eventuell auch Salizyl und Resorzin angezeigt; auch alkoholische Einreibungen leisten Gutes. Daneben wird die Lichttherapie nicht nur unterstützend die Seborrhöe günstig beeinflussen, sondern als starker Reiz das Haarwachstum anregen.

Sehr gute Resultate verzeichnet man bei Haarausfall nach schweren Infektionen und Intoxikationen, wobei die Haarpapille infolge des Darniederliegens der allgemeinen Körperkräfte, aber vielleicht auch durch Toxinwirkungen in ihrer Lebenskraft geschwächt ist, ebenso bei allgemeiner Unterernährung, auch bei Chlorose. Wir wissen aber, daß gerade in diesen Fällen nach Ablauf der Erkrankung das Haarwachstum sich auch spontan einstellt, so daß der Anteil der Höhensonnenbestrahlung dabei schwer zu ermessen ist. Jedenfalls wird ihre anregende Wirkung die Restitution beschleunigen, vielleicht auch reichlicher gestalten. Gleichzeitige Allgemeinbestrahlungen können hier nur von Vorteil sein, wie ja auch das Grundleiden (Chlorose, Diabetes, Unterernährung) stets sorgfältigster Behandlung bedarf.

Bei luetischen Alopecien, sowohl den fleckförmigen als auch den seltenen diffusen, bedarf es zunächst einer intensiven ausreichenden spezifischen Behandlung; doch auch dann sieht man mitunter eine zögernde oder unvollkommene Regeneration und erst die Belichtung vermag da oft sehr Gutes zu wirken. Auf atrophischer Haut nach *Lupus erythematosus* ist natürlich jede Therapie erfolglos.

Einmütig werden die Erfolge bei der *Alopecia areata* zugegeben. Dieses Leiden, bei dem die Alopecie fleckweise auftritt, durch Konfluenz der Flecken große Teile des Kopfes, des Bartes befallen kann, ja mitunter auch zum Haarschwund fast aller Haare des Körpers, also auch der Augenbrauen, der Axillae, des Mons pubis führt, ist für den Betroffenen besonders entstellend. Doch selbst

die geringeren Grade sind genug unangenehm, besonders auch infolge der häufigen Rezidiven oder des Auftretens an neuen Stellen. Dabei ist von vornherein kaum zu beurteilen, wie sich der Verlauf gestalten wird, sowohl bezüglich des Fortschreitens als auch bezüglich der Abheilung der einzelnen Plaque. Manche Fälle reagieren rasch und gut auf unsere alte Therapie mit $\frac{1}{2}$ bis 2% igem Sublimatalkohol, anderen irritierenden spirituösen Einreibungen und Salben, bei anderen wieder tritt die Abheilung nur außerordentlich zögernd ein, oder es schreitet der Prozeß unaufhaltsam weiter. NAGELSCHMIDTS konsequenter Arbeit an einem großen Materiale ist es vor allem zu danken, daß wir in der Höhensonne einen ausgezeichneten Heilbehelf erworben haben.

Schon HOLZKNECHT und KIENBÖCK haben für diese Erkrankung auch die Röntgenreiztherapie empfohlen, wofür sich in letzter Zeit besonders THEDERING einsetzt. Er verwendet Reizdosen also etwa $\frac{1}{2}$ bis 2 X durch $\frac{1}{2}$ bis 2 mm Aluminium gefiltert und berichtet über sehr gute Erfolge. Allerdings besteht bei häufigeren Rezidiven eine gewisse Gefahr der Röntgenschädigung, und da man doch mit anderen Mitteln, besonders auch mit der gewiß unschädlichen Lichttherapie meist auch zum Ziele kommt, wäre Röntgen nur für besonders hartnäckige Fälle zu reservieren.

Von vornherein sind die Chancen bessere, je früher mit der Behandlung begonnen wird; bei der Unkenntnis über die Ätiologie dieser Erkrankung wird man trachten die Haarpapille möglichst bald zu neuer Tätigkeit aufzustacheln. Auch ist die Prognose im allgemeinen günstiger bei einzelnen zerstreuten Plaques. Doch auch bei sehr ausgedehnter, bereits lange währender Erkrankung ist es gelungen — zuweilen noch nach Jahren — die Papille aus ihrem „Scheintod“ zu erwecken und junge Haare sprießen zu sehen.

Die Haare sind häufig zunächst depigmentiert, erst später erhalten sie ihre entsprechende Färbung. Sie treten meist zunächst an der Peripherie des Fleckes, erst später im Zentrum auf. Erwähnt sei eine Beobachtung NAGELSCHMIDTS, daß bei blonden Haaren die nachwachsenden oft heller blond sind, bei brünetten dunkler als die übrigen. KUZNITZKY beschreibt zwei Fälle, bei denen nach Ausfallen der zuerst wachsenden temporären Lanugohaare dunklere Haare auftraten; der Haarboden war nicht stärker pigmentiert, die stärkere Pigmentierung war nur im Haare aufgetreten.

Da die Alopecia areata eine sehr wechselvolle Erkrankung ist, nicht selten auch spontan ausheilt, kann nur eine große Statistik über den Wert einer Behandlung Aufschluß geben. NAGELSCHMIDT verfügt über 104 gut beobachtete Fälle, von denen 80 geheilt, 16 gebessert wurden, während nur 8 ungeheilt blieben. Daß tatsächlich die Bestrahlung das wirksame Agens ist, dafür spricht das prompte Einsetzen des Haarwachstums zehn bis zwanzig Tage nach der Bestrahlung, und daß es nur an den bestrahlten Stellen erfolgt. Da weder das Alter des Patienten, noch die Dauer der Erkrankung, noch auch die Ausdehnung des Prozesses eine sichere Prognose stellen lassen, soll in jedem Falle die Bestrahlung versucht werden. Selbst bei 22 totalen Alopecien verschiedener Ätiologie blieben nur 6, dazu noch unzulänglich bestrahlte, unbeeinflußt, 6 wurden vollkommen geheilt, die übrigen gebessert.

NAGELSCHMIDT hat auch bei der seborrhoischen Alopecie sehr gute Erfolge, indem er bei sämtlichen Heilung erzielte, vielfach schon mit einer Bestrahlung: das Jucken schwand, die Schuppung hörte auf, Regeneration des Haares stellte sich ein, das Haar nahm an Länge zu. Seborrhöe der Kopfhaut ohne Haarausfall kann oft nach ein bis zwei Bestrahlungen zur Abheilung kommen. Auch bei dieser Form der Alopecie ist der Erfolg um so besser und rascher, je jünger die

Erkrankung ist, je früher die Therapie einsetzt. Auch manche beginnende Röntgenalopecie soll durch Bestrahlung zum Stillstand gebracht werden können. Er empfiehlt die Lichttherapie auch für die Trichorrhexis nodosa.

Alle anderen Autoren und auch wir sind von der guten Wirkung des Lichtes überzeugt, Abweichungen beziehen sich höchstens auf die Zahl und Dauer der Heilungen, was vielleicht auch auf Verschiedenheiten des Materiales beruht; verschieden wird auch die Zahl der notwendigen Sitzungen angegeben. Bei renitenten Fällen machen wir gerne nach einer Anzahl von Bestrahlungen eine Pause und behandeln während dieser medikamentös, um dann nochmals einen Bestrahlungsturnus folgen zu lassen. Nur vereinzelt (BIBERGEIL) wird gleichzeitige Verabreichung von Humagsolan (dreimal täglich zwei Stück) empfohlen, wodurch ein rascheres Wachstum erzielt werden soll; wir selbst haben uns davon nicht überzeugen können. Bei der Seborrhöe verwenden wir, wie schon oben erwähnt, meist neben Bestrahlung Schwefel und Teer, wobei wir aber nochmals hervorheben möchten, daß wir nicht so restlos gute Resultate, besonders bezüglich Dauerheilung, haben wie NAGELSCHMIDT.

Er beginnt die Behandlung der Alopecia areata bei 25 bis 30 cm Lampenabstand durch 10 bis 20 Minuten, andere empfehlen noch intensivere Bestrahlung 15 cm 30 Minuten (BARRIO DI MEDINA) und geben an, dadurch die Zahl der notwendigen Belichtungen auf zwei bis drei Sitzungen herabzudrücken. Wir ziehen die Art NAGELSCHMIDTS vor, verwenden bei einzelnen älteren Herden gerne KROMAYER-Lampe mit Druck, zuweilen auch Blauscheibe. Die Belichtung erfolge bei fleckweiser Alopecie über den Rand hinaus, wobei sorgfältig geachtet werden soll, daß jede Stelle bestrahlt werde. Nicht zu bestrahlende Partien, besonders die Augen, müssen natürlich sorgfältig abgedeckt werden. Der Effekt soll in einem kräftigen Erythem und leichtem Ödem bestehen, Blasenbildung ist nicht notwendig, doch bringt sie keinen Schaden. Die nächste Sitzung erfolgt erst nach Ablauf der Entzündung und Schuppung, also je nach der Stärke in vierzehn Tagen bis drei Wochen, die Expositionszeit muß erhöht werden, nach und nach auf 30 Minuten bis zu höchstens einer Stunde. Auch kann die Distanz zur Abkürzung der Belichtungszeit vermindert werden, doch wird oft bei zu großer Nähe der Lampe die Hitzewirkung unangenehm empfunden und bewirkt Kopfschmerzen. Der Patient wäre aufmerksam zu machen, daß nach Bestrahlung an der Stirne mitunter Ödem der Augenlider entsteht. Zuweilen stellen sich bei überempfindlichen Patienten für 24 Stunden neuralgiforme Schmerzen ein, welche mit Narkoticis, eventuell Umschlägen, zu bekämpfen sind. Es ist rätlich, Zelluloidkämme aus dem Kopfhaar zu entfernen.

Bei der Alopecia seborrhoica genügt kürzere Bestrahlung, welche zu einem leichten Erythem der Kopfhaut führt, hier halten wir stärkere Reaktionen nicht für angezeigt. Wir ziehen Scheitel neben Scheitel durchs Haar und bestrahlen jeden einzelnen aus etwa 25 cm Distanz durch fünf bis zehn Minuten, je nach der Empfindlichkeit des Patienten in einer oder zwei Sitzungen; mit sechs bis acht Scheiteln kommt man gewöhnlich aus. Wir halten diese Art für besser als die mancher Autoren, welche während der Bestrahlung durch kreisförmige Bewegung mittels des Stieles eines Kammes die Haare auseinanderschieben und so die Belichtung der Kopfhaut vornehmen.

Die Bestrahlung wird auch nach erfolgtem Haarwachstum noch zwei- bis dreimal vorgenommen in der Annahme, daß dadurch Rezidiven vielleicht eher zu vermeiden sind. NAGELSCHMIDT macht darauf aufmerksam, daß bei der Alopecia areata oft ein kleines Fleckchen lange unbehaart bleibe, von dem nach Angabe der Patienten der Haarausfall begonnen haben soll, und gerade

dieses muß auch zur Heilung gebracht werden, weil seiner Meinung nach von da Rezidiven ausgehen. KROMAYER demonstrierte einen Fall von totaler Alopecie der Kopfhaut, welche sich nach Bestrahlung sehr energisch mit Haaren bedeckte, doch blieben eine ganze Menge von Flecken kahl, so daß man hätte meinen können, der Patient befände sich im Beginne der Erkrankung, während der Zustand der Endeffekt der Therapie war.

Ekzem

Das Ekzem ist weder ätiologisch ein einheitlicher Begriff, noch kann es schlechtweg als eine Hautentzündung aufgefaßt werden, sondern „es ist eine Krankheit sui generis (BLASCHKO)“, so daß die entzündungserregenden Lichtstrahlen trotzdem Heileffekte zu erzielen vermögen. Da viele Ekzeme als Überempfindlichkeitsreaktionen aufzufassen sind, wird man vor allem trachten, den allergischen Zustand zu ändern, den auslösenden äußeren Reiz zu beseitigen. Auch gewissen Stoffwechselerkrankungen wird man beikommen müssen, welche eine erhöhte Reizbarkeit des Hautorgans im Gefolge haben. Dabei kann der Allgemeinbestrahlung schon ein unterstützendes Moment zukommen, da es ja bekannt ist, daß durch sie der Stoffwechsel eine wesentliche Beeinflussung erfährt, wir verweisen nur auf Änderungen des Blutzucker-, Kalkspiegels, die Einwirkung auf den Sympathicus (St. ROTHMANN u. a.).

Eine wesentliche Rolle wird die Lichtbehandlung als symptomatisches Mittel in jenen Fällen spielen, wo das Ekzem eben infolge einer lokalen Reizbarkeit der Haut entstanden ist, und sonstige ätiologische Momente fehlen.

Klinisch unterscheiden wir drei Stadien: das akute, das subakute und das chronische Ekzem. Beim ganz akuten, nässenden Ekzem ist unseres Erachtens Lichttherapie nicht zu empfehlen, sondern es sind die mildesten antiphlogistischen Methoden anzuwenden, die Haut ist oft so reizbar, daß die Umschläge oft gewechselt werden müssen, ja solche nur stundenweise getragen werden, in der Zwischenzeit durch Puder zu ersetzen sind. Allerdings wird auch für dieses Stadium von einzelnen vorsichtige Bestrahlung mit Rotlicht, angeblich mit gutem Erfolg angewandt, ja sogar Quarzlicht- und Sonnenbäder (HOFNER), am ehesten wäre ein solcher vorsichtiger Versuch noch beim Ekzema intertrigo im subakuten Stadium gestattet, wo man mitunter tatsächlich guten Erfolg sehen kann. Ist die starke Irritation der ersten Stunden bzw. Tage zurückgegangen, dann kann vorsichtige, kurzdauernde Blaulichtbestrahlung täglich oder jeden zweiten Tag sehr vorteilhaft wirken, besonders auch durch Linderung des Juckreizes, $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{5}$ der Hautrötungsdosis soll nicht überschritten werden. Auch vor das Kohlenbogenlicht soll Blaufilter eingeschaltet werden, weshalb sich das offene Kohlenbogenlicht verbietet, aber auch schon deshalb, weil jede Wärmewirkung vermieden werden soll. Sonst werden möglichst reizlose Salbenverbände appliziert. Sogar Röntgen wird von mancher Seite selbst im akuten Stadium gegeben, allerdings kleinste Dosen 1 bis $1\frac{1}{2}$ H $\frac{1}{2}$ mm Aluminium in zehn- bis zwölftägigen Zwischenräumen. Ich vermeide Röntgen zu diesem Zeitpunkte, weil mir das Risiko im Falle des Versagens zu groß erscheint, denn dann werden diese Ekzeme der anderen Therapie gegenüber häufig um so renitenter.

Sehr gut wirken oft bei subakuten und chronischen Ekzemen Bestrahlungen, vor allem auch als Vorbereitung für medikamentöse oder Röntgentherapie, obwohl man mit letzterer allein auch sehr gute Effekte erzielt. Besonders geeignet sind hiefür lange bestehende Ekzemplaques mit mehr oder minder starker Hyperkeratose, ebenso wie der Lichen simplex chronicus Vidal. Man muß in

diesen Fällen eine starke Reaktion mittels Höhensonne, also mindestens ein Erythem hervorrufen. Durch die Rötung, seröse Durchtränkung des Gewebes, wird eine Umstimmung desselben herbeigeführt, dadurch die Wirkung unserer Medikamente oder der Röntgenstrahlen erhöht, ja manchmal überhaupt erst in entsprechendem Maße zustande gebracht. Bei sehr alten, hyperkeratotischen, tyloischen Ekzemen werden, nachdem vorher die Hornmassen zweckmäßig durch Bäder, Salben, Pflaster entfernt sind, mit Vorteil Druckbestrahlungen durchgeführt.

Von der Seborrhöe des Kopfes wurde schon gesprochen; aber auch das seborrhöische Ekzem des Körpers reagiert auf Bestrahlungen recht gut. Das Ekzem bei skrofulösen und rachitischen Kindern, das anämische Ekzem der Chlorotischen und in der Pubertätszeit fordert nicht nur lokale Bestrahlung, sondern auch allgemeine Belichtung, da durch die Anregung des Stoffwechsels auch ein Impuls für die Abheilung der Hauterkrankung gegeben wird. Allzu starke Wärmewirkung und die damit verbundene Schweißentwicklung soll dabei vermieden werden, wenn die Haut sehr irritabel ist; doch sieht man häufig, daß solche Patienten Sonnenbäder auch an der Adria sehr gut vertragen und Heilung herbeigeführt wird, weil dadurch die Diathese günstig beeinflußt wird.

SCHINDLER glaubt die Tiefenwirkung der Lichtstrahlen dadurch zu erhöhen, daß er die Plaque vor und während der Bestrahlung mit 5% Argent. nitric. in 70%igem Alkohol öfters bepinselt, besonders bei rissigen analen und perioralen Ekzemen sowie stark infizierter Sykosis; die Wirkung soll durch Freiwerden von Salpetersäure zustande kommen. Wir konnten uns von dem Vorteil dieser Methode nicht überzeugen.

Das Ekzema ani et vulvae reagiert manchmal auf Bestrahlung gut, insbesondere kann man ein Nachlassen des Juckens zuweilen konstatieren, oft jedoch läßt sie vollständig im Stiche, ja sogar harte Röntgenstrahlen führen keineswegs immer zum Ziele. Wir halten dafür, daß erst medikamentöse Behandlung versucht werden soll. Die Belichtung soll zwar ein leichtes Erythem erzeugen, doch hüte man sich vor zu starker Exsudation, da man dadurch auch unangenehme Verschlechterungen bekommen kann. Wichtig ist für diese Fälle vor allem auch eine genaue Untersuchung des Mastdarms und der Vagina, weil diese Ekzeme, wie auch der Pruritus, oft nur fortgeleitete Entzündungen von Katarrhen dieser Schleimhäute sind. Mitunter können Hochfrequenzströme in sehr hartnäckigen Fällen noch Heilung bringen.

Ebenso ist das dyshidrotische Ekzem der Hände und Füße durch Belichtung nicht verlässlich zu beeinflussen. Neben medikamentöser Therapie wird es angezeigt sein, gelegentlich auch Röntgen anzuwenden. Die Bestrahlung mit der Quarzlampe mußte unbedingt ein gutes Erythem hervorrufen (VAIANO).

Im allgemeinen wird man also die Bestrahlung dem jeweiligen pathologischen Zustand anpassen: beim akuten nässenden Ekzem am besten gar nicht verwenden, bei der Rückbildung zum papulösen bzw. squamösen Stadium vorsichtige Belichtung mit Blauscheibe. Energische Bestrahlung ist bei subakuten und chronischen Ekzemen am Platze, um so stärker, je weiter die Veränderungen im Sinne der Hyperkeratose fortgeschritten sind, bei tyloischen Ekzemen wollen wir ja sogar eine Abstoßung der Hornmassen. Natürlich werden an zarten Hautstellen (Gesicht) geringere Dosen erforderlich sein als z. B. am Rücken, an der Planta, Palma. Ob allgemein oder lokal bestrahlt werden soll, wird die Ätiologie des Ekzems ergeben.

Es sei noch erwähnt, daß rhagadiforme Ekzeme, z. B. solche an den Brustwarzen Stillender mit Reißbildung (CHATIN), ferner auch die sehr unangenehmen Rhagaden am Naseneingang nicht so selten bei gleichzeitiger Belichtung auf die medikamentöse Behandlung viel besser ansprechen (AYRES).

Streptogene und staphylogene Hauterkrankungen

Die Impetigo contagiosa und die oberflächlichen Staphylo-dermien laufen unter Salbenverbänden, eventuell desinfizierenden Umschlägen meist in wenigen Tagen glatt ab, so daß eine Bestrahlung, obwohl auch sie heilend wirkt, doch unnötig ist, nur bei der zweiten Gruppe kann sie mitunter von Nutzen sein, besonders um Rezidiven zu verhindern.

Für die Sycosis staphylogenes, bei der die Erreger tief im Haarfollikel angesiedelt sind, reicht in halbwegs schwereren Fällen die Lichttherapie nicht aus. Für diese äußerst langwierige, oft rezidivierende und renitente Erkrankung ist es wohl am besten, zunächst eine Röntgenepilation vorzunehmen, dann können Nachbestrahlungen mit der Quecksilberdampflampe, aber auch solche mit der KROMAYER-Blaulichtlampe unter Druck erfolgen, um Rezidiven eher hintanzuhalten. Die Nachbehandlung beginnt natürlich erst nach dem Ausfall der Haare, also etwa drei Wochen nach der Röntgenapplikation und soll lange fortgesetzt werden. Leichtes Erythem ist erwünscht.

Der einzelne Furunkel und Karbunkel kann ebenso wie mit BIESSER'Scher Stauung auch mit Licht behandelt werden, entweder mit Druck oder in Distanz 30 cm 20 Min. nach SCHINDLER, da bei intensiver Bestrahlung infolge der aktiven Hyperämie ganz im Beginn eine Rückbildung erfolgen kann, wenn dies aber nicht mehr der Fall ist, so kommt es zu rascherer Perforation und Loslösung des Pfropfes, so daß der Heilungsverlauf abgekürzt wird. Auch erweist sich in vielen Fällen die Lichtbehandlung als schmerzlindernd. Immer soll die Bestrahlung auch das benachbarte gesunde Gewebe einbeziehen, um eventuell bei oberflächlich gelegener Aussaat durch die Hyperämie, Abstoßung des Epithels, weniger wohl auch durch direkte Bakterizidie diese Partien zu sterilisieren. Allerdings hüte man sich vor zu starker Reaktion, weil sonst dadurch einer Infektion der Nachbarschaft erst recht Vorschub geleistet wird. Bei allgemeiner Furunkulose bringen allgemeine Lichtbäder mit Kohlenbogen- oder Quarzlicht häufig großen Nutzen, wobei mit der Intensität rasch gestiegen werden soll, um Erytheme zu erzeugen. Selbstredend verdienen Stoffwechselstörungen unsere Beachtung, auch kann eine gut durchgeführte Vakzinetherapie mit einem der käuflichen Präparate (Staphylokokkenvakzine, Opsonogen, Leukogen, Staphylo-Yatren) oder aber die Reizkörpertherapie (Omnadin, Milch, Aolan, Terpichon usw.) durch gleichzeitige vorsichtige Lichtbehandlung in schweren Fällen wesentlich unterstützt werden.

Dermatomykosen

Trichophytia superficialis, Pityriasis versicolor, Pityriasis rosea, Erythrasma, Ekzema marginatum

Für die Erkrankungen, soweit sie sich in den oberflächlichen Schichten des Epithels abspielen, könnte die bakterizide Wirkung der Lichtstrahlen eine Rolle spielen; doch haben Untersuchungen von PLAUT ergeben, daß Trichophytonpilze durch Sonnenbelichtung nach Ausschaltung der Wärmestrahlen nicht abgetötet werden. Auch intensive Belichtung mit der Höhensonne von Pilzen in Kultur, Haaren, Hautschuppen ergaben ein negatives Resultat (BLUMEN-

THAL). Ebenso haben TAKAHASHI und TAKIMURA durch Bestrahlung von Pilzkulturen nur geringe Abschwächung des Wachstums gesehen, sie meinen daher, daß der Effekt der Belichtung in der Zerstörung des kranken und in Stimulierung des gesunden Gewebes zu suchen ist. Wir werden demnach eine kräftige Reaktion zu erzielen suchen, so daß es zum Erythem mit nachfolgender Desquamation des Epithels kommt, eine mechanische Entfernung der Pilze stattfindet und damit die Erkrankung der Heilung zugeführt wird. Besonders bei den zirkumskripten Erkrankungen, bei welchen mit Vorteil Kompressionsbestrahlung mit Weißlicht verwendet wird, kann das Erythem sehr energisch sein, so daß eine ziemlich dicke Epithellage abgestoßen wird, bei diffusen Bestrahlungen wird man etwas vorsichtiger vorgehen müssen. Jedenfalls ist es zweckmäßig, die Bestrahlung mehrmals zu wiederholen, um Rezidiven zu vermeiden.

Ist es jedoch zu einer Infektion der tieferen Schichten, bzw. des Haarbalges und der Haare gekommen, zu einer Trichophytia profunda, dann reicht die Lichtbehandlung schon nicht mehr aus, sondern man muß zur Röntgentherapie greifen, eventuell auch zur Unterstützung intrakutane Injektionen eines Trichophytinpräparates geben, was mitunter den Ablauf wesentlich beschleunigt.

Auch bei der Mikro- und Makrosporie, beim Favus versagt die Lichtbehandlung. Eine lege artis ausgeführte Epilation durch Röntgen mit nachfolgender Einpinselung von Jodtinktur, Chrysarobinlösung führt allein zur Heilung, und selbst da kommen zuweilen Rezidiven vor.

Nicht unerwähnt mag es bleiben, daß manche Autoren vor der Behandlung von Trichophytia superficialis und auch der Pityriasis rosea warnen, weil man mitunter infolge der Irritation der Haut eine Verschlimmerung der Affektion sehen kann, auch Entstehen von tiefer Trichophytie wurde als Konsequenz solcher intensiver Reaktion beobachtet, so daß sie die Behandlung mit desinfizierenden Stoffen (Salben, Alkoholen) vorziehen. Jedenfalls ist es ratsam, bei besonders irritativer Form mit der Belichtung vorsichtig zu sein, zunächst zu starkes Erythem zu vermeiden. Andererseits ist der Vorteil für den Patienten ein sehr großer, wenn man ihm die unangenehme medikamentöse Behandlung erspart und eine Pityriasis rosea mit einigen wenigen Bestrahlungen zur Abheilung bringen kann. Erstreckt sich die Erkrankung über den ganzen Körper, so wird in einer Sitzung ein Drittel bis höchstens eine Hälfte aus 30 cm durch fünf Minuten bestrahlt, um durch das angestrebte Erythem keine schwereren Allgemeinerscheinungen hervorzurufen. — Die Abheilung erfolgt unter Puder oder Puderspiritus.

Acne vulgaris

Die Erkrankung des jugendlichen, speziell des Pubertätsalters, bedarf sorgfältigster Behandlung, da sie nicht nur während des Bestehens, sondern auch nach der Ausheilung wegen der narbigen Entstellung den Träger psychisch und sozial schwer bedrückt. Leider sind wir nicht immer in der Lage, die Eruptionen ganz zu unterdrücken, wir müssen sie aber auf ein Mindestmaß zu beschränken trachten, ihre Ausheilung möglichst günstig gestalten. Ganz unsachgemäß ist es, den Patienten zu vertrösten, daß mit zunehmendem Alter die Akne sich bessere und verschwinde, die beste Zeit geht damit verloren.

Auf allgemeine Ursachen werden wir vor allem unser Augenmerk richten, Obstipation, Anämie, Magendarmaffektionen, innersekretorische Störungen nach Tunlichkeit bekämpfen. Die alte medikamentöse Therapie leistet auch da noch immer sehr Gutes, vor allem zögere man nicht, Akneknotten mit dem Spitzmesser zu eröffnen, Komedonen mechanisch zu entfernen. Die Lichttherapie leistet,

indem sie eine energische Hyperämie und Schälung erzeugt, vielfach ausgezeichnetes und ersetzt die Schälpasten wohl vollständig. Man nimmt sie am besten mit Quarzlampenweißlicht aus 10 bis 15 cm Distanz in fünf Minuten, mit der Höhensonne in zehn Minuten vor. Während des Ablaufes der Reaktion können leichte Schwefel- oder Resorzinapplikationen angewendet werden, die Bestrahlung wird wiederholt, natürlich mit etwas verlängerter Expositionszeit. Sind tiefere Infiltrate vorhanden, dann erzielt man mit der Quarzlampendruckbestrahlung mit Blauscheibe durch zehn bis zwanzig Minuten Besseres. In solchen Fällen kann mit Vorteil auf die noch in Reaktion befindliche Haut eine mittlere Röntgendosis etwa 4 H. 2 mm Alf. in vierwöchentlichen Zwischenräumen gegeben werden. Auch auf die stark pustulösen, oberflächlichen Formen wirkt Röntgen (3 H. 1 mm Alf.) meist ausgezeichnet, allerdings vermeide ich da eine vorhergehende Lichtreaktion. Die Wiederholung erfolge nicht zu oft und rasch wegen Gefahr der Röntgenatrophie. STÜMPKE kombiniert Distanz- mit Druckbestrahlung. Für die Akne des Rückens und der Brust muß die Bestrahlung viel energischer vorgenommen werden, um entsprechende Reaktionen zu erhalten. Zu bemerken wäre noch, daß nicht nur die frische Akne gut beeinflußt wird, sondern auch hypertrophische Narben zurückgehen, die Narben überhaupt flacher und schöner werden.

KISSMEYER ist mit Bestrahlungen mittels 20ampèriger offener Kohlenbogenlampe sehr zufrieden, beginnt beim Gesicht aus 20 cm Entfernung mit sieben Minuten, steigt bis zwanzig Minuten, Brust und Rücken werden jeden zweiten Tag durch zehn Minuten bestrahlt, die Expositionszeit bis auf dreißig Minuten ausgedehnt.

Auch die

Rosacea

bietet ein günstiges Feld für die Lichttherapie. Bei dieser werden wir ebenfalls allgemeine Ursachen zu beseitigen trachten, welche ähnliche sind wie bei der Acne vulgaris; zu diesen kommen noch Genitallerkrankungen, während der Alkohol nicht so häufig als Grund für die Erkrankung anzusehen ist, als er besonders vom Laienpublikum angeschuldigt wird. Am besten wird Druckbestrahlung mit Blaulicht zehn bis zwanzig Minuten angewendet, THEDERING zieht Weißlicht vor. Der Zweck ist, die vielen ausgedehnten Gefäßchen zur Thrombosierung und Obliteration zu bringen, was unserer Ansicht nach auch mit Blaulicht möglich ist, wobei die oberflächlichen Hautschichten doch mehr geschönt werden. Auch mit FINSSEN-Druck gelingt dies in ausgezeichneter Weise (HALBERSTÄDTER). Kommt es zeitweise zu stärkerer Pustelbildung, dann kann man durch ein bis zwei leichte Röntgendosen diese rasch beseitigen.

Durch die Druckbestrahlung wird aber auch das hypertrophische Bindegewebe zur Rückbildung angeregt, so daß damit auch ein Versuch bei beginnendem Rhinophyma zu machen wäre. Ist dieses aber einigermaßen schon stärker ausgebildet, dann ist wohl die chirurgische Behandlung indiziert.

Psoriasis

Die Behandlung der Schuppenflechte bildet für den Dermatologen noch immer ein Problem. Gewiß können wir die einzelnen Plaques, ja auch ausgedehnte Prurruptionen durch die uns zur Verfügung stehenden Medikamente günstig beeinflussen und zur Rückbildung bringen, aber niemals sind wir imstande eine Rezidive sicher zu verhindern oder auch nur vorherzusagen, ob und wann sie kommt. Auch das Röntgenverfahren hat sich sowohl als Lokalbehandlung wie

auch als Thymusbestrahlung (BROCK) nicht einzubürgern vermocht. Letztere ist unzuverlässig, nur von vereinzelten Seiten wird sie empfohlen, erstere kann bei der großen Empfindlichkeit der psoriatischen Haut und besonders bei oftmaliger Wiederholung nicht so selten zu unliebsamen Störungen führen, und vor allem ist auch damit eine neuerliche Eruption nicht zu vermeiden. Wir verwenden sie am ehesten bei einzelnen, der Behandlung widerstehenden Plaques.

Die Methoden der Salbenbehandlung haben vor allem den großen Nachteil der unsauberen Gebarung, ja oft sind sie überhaupt nur in einer Anstalt durchzuführen. Man konnte hoffen, durch eine lokale Lichtentzündung mit geringer Exsudation und allenfalls auch durch Änderung des Stoffwechsels im Gefolge einer Allgemeinbestrahlung in günstigem Sinne die Psoriasis zu beeinflussen. In der Tat konnten wir schon seit langem konstatieren, daß ein längerer Aufenthalt am Meere, besonders an der Adria, Psoriasis zum Schwinden zu bringen vermag. Allerdings dürfte dabei das häufige Baden im Meerwasser mit seinem Jod- und Salzgehalt eine nicht ganz unbedeutende Rolle spielen. Es sei auch betont, daß die Besonnung anfangs recht vorsichtig erfolge, und erst bis eine gewisse Gewöhnung eingetreten ist, intensive und langdauernde Bestrahlungen folgen sollen. Denn eine zu starke Reizung vermag leicht provozierend zu wirken, wodurch es erst recht zu einer Aussaat kommen kann. Eine unangenehme Beobachtung konnten wir auch nicht zu selten in der Richtung machen, daß die Psoriasis das erste oder zweite Mal sehr günstig beeinflusst wurde, bei Rezidiven weitere Aufenthalte an der See ganz oder teilweise versagten.

In ganz ähnlicher Weise kann man sich unserer künstlichen Lichtquellen, des Kohlenbogenlichtes oder der BACHSchen Höhensonne bedienen. Allerdings vermeiden wir es, dies in einer akuten Prurption zu tun, sondern warten ab, bis sich der Prozeß ein wenig beruhigt hat, um nicht durch den neuen Reiz noch mehr zu provozieren. Handelt es sich um ältere, ruhende Plaques mit starker Schuppenauflagerung, so sollen die Schuppen zunächst durch prolongierte Bäder, eventuell mit Schmierseife, Salizylvaselin entfernt werden, dann kann wohl ohne Schaden eine Dosis bis zur Dermatitis gegeben werden. Für jüngere Effloreszenzen, besonders mit Ausdehnung über große Körperflächen, soll im Anfange die Bestrahlung nicht zu intensiv sein, wenn wir auch Erytheme zu erzeugen bestrebt sind. Die Erfolge sind wechselnd, mitunter sieht man schöne und rasche Rückbildung der Herde (BECKER, REINES, STÜMPKE, LAQUEUR), nicht zu selten jedoch erfolgt diese recht zögernd oder bleibt auch fast ganz aus, ja man kann sogar während der Bestrahlung neue Flecke auftreten sehen. Jedenfalls ist es nicht angezeigt, diese Therapie lange fortzusetzen, wenn man keine entsprechende Wirkung konstatiert, sondern man gehe dann zu anderen Maßnahmen über oder kombiniere die Lichttherapie mit Salbenbehandlung (SWARTZ). Man hat auch Röntgen mit Allgemeinbestrahlungen mittels Quarzlampe kombiniert (JOLLES), um den Erfolg sicherer und dauernder zu gestalten.

Bezüglich der Rezidiven ist unserer Beobachtung nach, welche sich auch mit der anderer Autoren deckt, nicht viel gewonnen, sie können ausbleiben oder auch kommen, doch liegt es nicht in unserer Macht, sie sicher zu verhindern, auch ist eine bestimmte Prognose in dieser Hinsicht unmöglich. LINSERS Erfahrungen sind allerdings besser, da ein guter Teil seiner mit Licht behandelten Psoriatiker längere Zeit rezidivfrei blieb. Jedenfalls kann bei jeder Rezidive abermals ein Versuch mit der Quarzlampe gefahrlos gemacht werden.

Die Gruppe der parapsoriatischen Erkrankungen, der Pityriasis lichenoides chronica setzt unseren therapeutischen Bestrebungen den allergrößten Wider-

stand entgegen. Sie heilt wohl ab, doch ist es fraglich, ob wir durch unser Zutun viel dazu beitragen können. Auch die alleinige Lichttherapie ist diesen Erkrankungen gegenüber ziemlich machtlos, obwohl von einzelnen Autoren durch energische Bestrahlungen Gutes berichtet wird (CHIPMAN, LANE, WISE). Eine Besserung in dieser Beziehung scheint erst eingetreten zu sein, seit EHRMANN vorgeschlagen hat, diese Fälle zunächst eine Zeitlang mit Arsen vorzubehandeln und dann unter Fortsetzung der Arsengaben kräftige Höhensonnenbehandlung durchzuführen. Die von ihm demonstrierten Fälle sprechen für seine Methode, mit welcher auch wir in zwei Fällen gute Resultate erzielten. Allerdings ist noch nicht erwiesen, ob sie immer wirksam ist, besonders wissen wir auch nicht, wie es sich mit den Rezidiven verhält. EHRMANN verwendet gerne Natr. cacodyl. oder Solarson und stellt sich vor, daß die Lichtempfindlichkeit durch die vorausgegangene Einwirkung des As auf die Kapillaren erhöht werde.

Die Psoriasis des behaarten Kopfes muß vor allem medikamentös behandelt werden, das saubere Röntgenverfahren birgt immer die Gefahr der Schädigung der Haarwurzel, Höhensonnenbehandlung zeigt oft nur geringe Erfolge. Dagegen reagiert die Nagelpsoriasis auf Röntgen sehr gut. Auch Belichtung mit Kompression ist dafür empfohlen. Resistente, stärker infiltrierte einzelne Psoriasisplaques der Kopfhaut gehen auf eine Kompressionsbestrahlung mit Weißlicht oder mit Blauscheibe häufig sehr gut zurück. Eine Wiederholung der Belichtung findet sowohl lokal als auch allgemein erst nach Ablauf der Reaktion statt, sie kann in einzelnen Fällen die Salbenbehandlung ersetzen, übertrifft sie aber kaum.

Juckende Dermatosen

Bei der verschiedenen Ätiologie derselben wird man wohl von vornherein nicht erwarten können, daß Bestrahlungen Allheilmittel sind, sie werden in manchen Fällen den Juckreiz lindern können, doch werden sie nicht zu selten im Stiche lassen. Jedenfalls muß, wenn möglich, immer die Ursache des Juckreizes beseitigt werden, indem einerseits auf Allgemeinerkrankungen (Diabetes, Nierenreizungen, Leberaffektionen, uratische Diathese) Rücksicht genommen wird, aber auch lokale Ursachen nicht außeracht gelassen werden (Fluor, Erkrankungen des Rektum, der Prostata, Oxyuriasis). Die Kost soll alle stärkeren Reize vermeiden, selbstredend müssen Kratzinfektionen entsprechend behandelt werden.

Die Prurigo Hebrae wird oft durch Allgemeinbestrahlungen mit der Höhensonne günstig beeinflusst; die Reaktionen sollen nicht zu schwach sein, nahe an das Erythem kommen oder es auch erreichen.

Beim Pruritus universalis, besonders bei älteren Leuten, bringt die Belichtung oft keine Erleichterung; man hüte sich, in solchen Fällen zu starke Reaktionen zu bekommen, da man danach häufig Verschlimmerung des Juckreizes sieht. Bei Urticaria ist in seltenen Fällen sogar eine Überempfindlichkeit der Haut konstatiert worden (STÜMPKE), Vorsicht ist dabei demnach geboten.

Vielfach wird die Anwendung der Quecksilberdampfampe beim Pruritus ani et vulvae empfohlen mit mehr oder weniger günstigem Resultat, der Versuch kann jedenfalls gemacht werden, ich möchte aber auch da vor zu energischen Bestrahlungen warnen, da sie zuweilen, wenigstens vorübergehend, den Pruritus noch verstärken können. Zur Bestrahlung dieser Gegend ist auch ein eigener Stuhl angegeben, unter dessen Sitz die Lampe angebracht ist. Durch einen Schlitz der Sitzfläche treffen die Strahlen auf die erkrankte Stelle. Bei diesem quälenden, oft sehr renitenten Leiden ist mitunter auch eine Röntgendosis angezeigt, doch soll die Zahl der Applikationen eine beschränkte sein, will man

nicht Schäden herbeiführen. Beim Pruritus ani können stark gefilterte, harte Strahlen noch Erfolg haben, wobei man sich vorstellt, daß sie auch die untersten Partien des erkrankten Rektum erreichen. Kommt es zu häufigeren Rezidiven, dann wird der Versuch mit der Lichttherapie angezeigt und für alle Fälle ungefährlicher sein. Nie vergesse man in solchen Fällen auf lokale und allgemeine Erkrankungen zu achten (Proctitis, Diabetes, nervöse Leiden).

PITCHER empfiehlt beim Pruritus ani et vulvae die Vakuumelektrode des Hochfrequenzapparates, bei universellem Pruritus elektrostatische Entladungen mit nachfolgender Höhensonne. Erwähnen möchte ich noch entsprechende Röntgenbestrahlungen bei innersekretorischen Störungen je nach der Art der Funktionsstörung als Reizbestrahlung bei Hypofunktion, bzw. entsprechend hohe Dosen bei Hyperfunktion. KRISER hat in manchen Fällen durch paravertebral applizierte Röntgendosen schöne Erfolge erzielt, welche aber der Nachprüfung noch bedürfen.

Beim Lichen strophulus können allgemeine Lichtbäder durch Höhensonne, noch besser bei der offenen Kohlenbogenlampe symptomatisch Gutes leisten. Wesentlich wirksamer ist allerdings ein mehrwöchiger Aufenthalt an der Adria, dessen wohltätige Wirkung oft bis tief in den Winter anhält und den kleinen Patienten große Erleichterung bringt.

Wunden

Die Erfahrungen des Krieges haben in dieser Hinsicht eine große Reihe von Arbeiten und Beobachtungen mit sich gebracht (KROMAYER, LAQUEUR, BREIGER, BUDDE, HASEBROEK, RASERO u. a.). Die Wunden wurden in den verschiedensten Stadien bestrahlt, doch ist es vorzuziehen, frische Wunden zunächst nicht zu belichten, sondern nach allgemein chirurgischen Regeln zu behandeln. Erst in einem späteren Stadium tritt die Belichtung in ihre Rechte, besonders dann, wenn der Wundverlauf ein stockender ist. Je nach dem Aussehen wird die Art der Bestrahlung eine verschiedene sein. Ist der Grund schmierig belegt, sind die Granulationen schlaff, dann soll das Licht eine kräftige Reizung hervorrufen, durch die starke Exsudation werden die Belege abgestoßen, die Hyperämie soll die Granulation anregen. In solchen Fällen ist es gut, die Umgebung abzudecken und den Wundgrund direkt zu bestrahlen; man benutzt dazu die Höhensonne durch zehn bis fünfzehn Minuten aus 25 cm Distanz, auch Kompressionsblaulichtbestrahlung (zehn bis fünfzehn Minuten) kann man dafür und bei kallösen Wundrändern verwenden. Ebenso gut, ja oft besser, bewährt sich hiefür die Lichtwärmestrahlung, also die Sonne, das Kohlenbogenlicht, der Lichtbogenscheinwerfer, die Solluxlampe oder auch eine starke Metallfadenlampe (1000 bis 10000 Kerzenstärke). Die Wärme soll dabei nicht unangenehm empfunden werden, die Bestrahlungsdauer je nach der Lichtquelle zehn bis fünfzehn Minuten bis zu einer Stunde und darüber dauern. Ist die Reaktion in Form einer Entzündung mit stärkerer Exsudation eingetreten, wird der Ablauf derselben abgewartet und dann erst wieder bestrahlt. Die Erfolge sind zum Teil sehr günstige, die Schorfe und Belege stoßen sich rasch ab, frische Granulationen schießen empor, daneben finden sich doch nicht allzu selten Mißerfolge. Bei sehr torpiden Geschwüren kann auch Druckbestrahlung mit der KROMAYER-Lampe und Blauscheibe zur Verwendung kommen. Andererseits wäre zu starke Reizung bei Fernbestrahlung mit Kohlenbogenlicht durch eine Blauscheibe abzuschwächen. Jedenfalls müssen die chirurgischen Regeln gut beherrscht und angewendet werden. Vor allem ist es vorteilhaft, in der Wunde liegende

Sequester zu entfernen und nicht abzuwarten, bis sie abgestoßen werden, was durch Bestrahlung angeblich beschleunigt wird; ja es ist erwiesen, daß unter Belichtung Sequester sogar zur Resorption kommen, doch wird die Heilung unnötig verzögert.

Ist die Wunde rein, dann gilt es vor allem die Epithelisierung anzuregen, bzw. zu beschleunigen. Jetzt wird die Umgebung, speziell der Wundrand, von der Höhensonne mitbestrahlt, doch muß die Bestrahlung viel vorsichtiger erfolgen, um die jungen Epithelzellen in ihrer Vitalität nicht zu schädigen, also anfangs fünf Minuten aus 60 cm Distanz mit allmählicher Steigerung alle drei bis vier Tage.

In ganz ähnlicher Weise geht man beim *Ulcus cruris* vor. Die akute Entzündung verbietet eine Lichtbehandlung, geeignet hierfür sind die atonischen Beingschwüre, besonders mit infiltrierter Umgebung, bei welchen nach SCHÄFFER mit Weißlicht aus 10 cm Distanz für zwei Minuten begonnen wird, daneben kommen jedoch die bewährten anderen Methoden, insbesondere Zinkleim zur Anwendung. Selbstredend müssen die Varizen in entsprechender Weise behandelt werden, entweder durch komprimierende Binden oder durch intravenöse thrombosierende Injektionen (Zuckerlösungen, Kochsalzinjektion, letztere in Form des *Varicophtin* LINSERS) oder nach chirurgischen Methoden.

Von mancher Seite wird auch für Röntgen- und Radiumulcera die Bestrahlung empfohlen (WICHMANN). THEDERING verwendet Blaulichtkompression, STÜMPKE gibt abwechselnd Kompressions- und Fernbestrahlung und fängt bei letzterer mit drei Minuten an, steigt nicht über zehn Minuten. Unsere Erfahrungen sind bei diesen Ulcera wechselnde, doch keineswegs so besonders gute: die kleinen Geschwüre bringt man auch mit anderen Mitteln, so besonders mit REIMER-Salben, Macabinsalbe, Kupferdermasan mit Oberflächenwirkung verhältnismäßig rasch zur Heilung, wobei man mit den Salben wechseln muß, bei den großen, tiefgreifenden Geschwüren sind die Erfolge mit der Belichtung sehr problematisch, bestenfalls unterstützt die Lichtbehandlung die Vernarbung bei Anwendung der oben angeführten Salben. Am raschesten kommt man zum Ziele, wenn das *Ulcus* nach Fläche und Tiefe im Gesunden exzidiert und dann plastisch oder mit THIERSCH-Lappen gedeckt wird (VOLK, ZIELER u. a.). Jedenfalls muß die Bestrahlung sehr vorsichtig durchgeführt werden, weil man sonst das in seiner Lebensfähigkeit gestörte Gewebe nur schädigen kann.

L. TORRACA konnte zeigen, daß frische Wunden in pigmentierter Haut beim Meerschweinchen viel rascher heilten als in unpigmentierter, wenn er sie auf der Höhe des Monte Rosa dem Sonnenlichte aussetzte. Er meint, daß die in den pigmentlosen Partien eintretende starke Dermatitis die Heilung verzögere. Auch diese Versuche würden zu Vorsicht bei Bestrahlung reiner Wunden mahnen. Ich habe mit LAQUEUR, BUDDE den Eindruck, daß der Einfluß der künstlichen Höhensonne auf die Wundheilung doch von mancher Seite überschätzt wird, es vor allem notwendig ist, bei Ausbleiben desselben rechtzeitig andere Methoden anzuwenden. Keineswegs möchte ich aber so verstanden werden, daß ich die oft erwiesene Unterstützung der Heilung gering einschätze, vor allem ist Auswahl der Fälle und richtige Dosierung besonders wichtig. OECONOMOS hat jüngst auf die guten Erfolge der Sonnenbelichtung bei Brandwunden hingewiesen, indem er anfangs eine Stunde, steigend bis vier Stunden belichtete; die Heilung erfolgte rascher mit schöner, solider Narbe. In ähnlicher Weise kann man sich der künstlichen Höhensonne bedienen, natürlich sind die Expositionszeiten entsprechend kürzer.

Naevi

Für die Lichtbehandlung sind wohl nur jene Naevi geeignet, bei welchen die Gefäßchen oberflächlich gelagert sind und größtenteils aus feinen Venen bestehen und blaurot gefärbt sind, während bei solchen mit tieferem Sitze, besonders wenn auch viele Arteriolen und kleine Arterien mitbeteiligt sind, wobei die Farbe heller rot ist, kaum ein durchschlagender Erfolg zu erzielen ist, weil immer wieder neue Arteriensprossen auswachsen. Man wendet KROMAYER-Lampe mit Druck und Blaulicht anfangs 20 bis 30 Minuten oder auch besser FINSSEN-Kompressionsbestrahlung an. THEDERING benutzt lieber Quarzweißlicht mit Druck, weil er die äußersten Ultraviolettstrahlen, welche stark zerstörend auf die Gefäßchen wirken sollen, benutzen will. Jedenfalls muß man stärkere Reaktionen erzielen, also damit etwa zehn bis zwanzig Minuten lang bestrahlen. Auch amerikanische Autoren, so BEINHAEUER, OLIVER, heben die guten Erfolge der Lichtbehandlung beim „Portweinnaevus“ hervor. Sind die Naevi klein, so kann auch mit Elektrolyse, dann mit dem UNNASCHEN Mikrobrenner bzw. Kohlensäureschnee Gutes geleistet werden.

Handelt es sich aber um tiefegelegene Naevi mit starker Erweiterung und Vermehrung der Gefäße auch in der Tiefe bei gleichzeitiger Wucherung des Bindegewebes, um tumorartige Bildungen, um Hämangiome, dann versagt die Lichttherapie in jeder Form, am ehesten sind da noch Resultate mit Radium zu erzielen. Röntgen ist für diese Fälle nicht anzuwenden, auch nicht die von FRANK SCHULTZ empfohlene überweiche Röntgenbestrahlung, welche eine Verbrennung III. Grades hervorrufen soll, sie gibt häufig unschöne Narben, womit also kosmetisch nicht viel erreicht ist.

Bei der Lichtbehandlung der Naevi ist es angezeigt, den Bestrahlungseffekt abzuwarten, ehe die nächste Applikation folgt. Sieht man nach sechs bis acht Sitzungen keine deutliche Besserung, dann ist es wohl geraten, eine Änderung der Therapie vorzunehmen.

Ganz besonders wird die Lichttherapie von amerikanischer Seite zur Behandlung von Röntgenschäden in Form der Gefäßerweiterungen empfohlen. So berichtet HAZEN, daß zwei Sitzungen mit Quarzlampenkompressionsbestrahlung zu zwanzig Minuten genügen, um Teleangiektasien zum Schwinden zu bringen. Ebenso ist PACINI, BEINHAEUER mit dieser Therapie sehr zufrieden. Wir können diesen Angaben nicht restlos zustimmen, vor allem möchten wir davor warnen, bei einigermaßen geschädigter Haut von vornherein so intensive Bestrahlungen vorzunehmen, wie es einige dieser Autoren tun, nur allzu leicht kann es dabei zu Zerfall des Gewebes und zu schwer heilenden Geschwüren kommen. Man kann den Versuch mit Blaulichtdruckbestrahlung oder Finsen machen, aber zunächst mit viel geringerer Dosis, um die Toleranz des Gewebes zu ermitteln. Wir halten mit WETTERER diese Therapie für nicht so sicher, haben auch Schädigungen gesehen, wovon auch schon in der Literatur gesprochen wird (MAC ARTHUR).

Die Röntgendermatitis leichten Grades heilt wohl unter möglichst indifferenter Therapie am besten ab. MIRAMOND DE LA ROQUETTE berichtet über 50 Röntgenverbrennungen II. und III. Grades, welche er täglich zwei Stunden nachmittags nackt der Sonne aussetzte; Krusten und Exsudate werden von der geschädigten Stelle entfernt, in den ersten Tagen die entzündeten oder exulziierten Partien vor allzustarker Sonnenwirkung durch Gazeläppchen geschützt. Zweitgradige Verbrennungen heilten in drei bis vier Wochen, drittgradige in zwei bis drei Monaten, wobei er die Schmerzstillung hervorhebt.

Unsere Erfahrungen mit dieser Therapie sind keineswegs so günstig, jedenfalls möchten wir auch da raten, zunächst mit geringeren Zeiten für die Lokalbestrahlung zu beginnen.

SAMPSON vertritt die Meinung, daß Ultraviolettstrahlen und Röntgen „physiologisch komplementär“ wirken, so daß erst angewandtes Licht die Haut gegen nachfolgendes Röntgen widerstandsfähiger mache, man also viel höhere Dosen ohne Schaden verwenden könne, eine Ansicht, welcher von verschiedener Seite, u. a. auch von LANE, wohl mit vollem Recht widersprochen wurde. SAMPSON nimmt auch an, daß eine durch zuerst angewandte Röntgenbestrahlung hervorgerufene Schädigung der Haut durch nachfolgendes Ultraviolettlicht wieder ausgeglichen wird. Auch PACINI, JONES glauben eine Erhöhung der Toleranz gegen Röntgen nach vorausgegangener Ultraviolettbestrahlung annehmen zu können.

Dagegen berichtet HIRTZ von Schädigung bei sonst gleichen Bedingungen der Röntgenapplikation in zwei Fällen, welche vorher stärkere Sonnenbäder genommen hatten. Experimentell konnten H. E. SCHMIDT, später HALBERSTÄDTER und SIMONS zeigen, daß eine Röntgenbestrahlung nach einer Vorbestrahlung der Haut mit Quarzlicht *ceteris paribus* stärker ausfällt. Besonders auffallend ist dies, wenn durch die Höhensonne ein Erythem erzeugt wurde, doch könne auch ohne deutliche Reaktion auf die Vorbestrahlung der Röntgeneffekt ein größerer sein als an der Kontrollstelle.

Wir glauben nach unseren klinischen Erfahrungen wohl sagen zu können, daß eine vernünftige Vor- oder auch Nachbestrahlung mit Höhensonne keinen nennenswerten Einfluß auf den Röntgeneffekt ausübe, was mit KELLERS experimentellen Ergebnissen in Einklang stünde. Natürlich ist es nicht gleichgültig, wenn man eine stark entzündete Haut den Röntgenstrahlen aussetzt, die Wirkung derselben läßt sich dann schwer ermessen, häufig ist sie eine wesentlich stärkere als beabsichtigt war.

Keloide (hypertrophische Narben)

Besonders bei frischeren, nicht allzu dicken derartigen Erkrankungen wird ein Versuch mit KROMAYER-Lampe unter Druck und mit Blauscheibe zu machen sein, wobei man Abflachung erzielen kann. Die Reaktionen müssen kräftig sein, die Hyperämie und konsekutive seröse Durchtränkung bewirkt eine Rückbildung, doch können wir THEDERING nicht unbedingt beistimmen, daß die Lichtbehandlung in diesen Fällen rascher und besser wirke als Röntgen und Radium. Besonders das letzte ist unserer Erfahrung nach das souveräne Mittel und sollte bei Keloiden nicht zu großer Ausdehnung vor allem in Anwendung kommen, und zwar so früh als möglich. Bei größerer Ausdehnung der Erkrankung empfiehlt BLUMENTHAL Rotlichtbestrahlung, auch Röntgen tritt da in seine Rechte.

Narbenkontrakturen können, wenn nicht zu hochgradig und zu alt, durch Quarzlampenbestrahlung günstig beeinflußt werden. Es sei für diese auch die Jontophorese nach LEDUC in Erinnerung gebracht.

Die Behauptung WILLIAMS, als ob durch die Belichtung mit KROMAYER-Lampe in seinen zwei von ihm vorgestellten Fällen die hypertrophischen Narben entstanden seien, muß wohl zurückgewiesen werden, was auch WISE getan hat, welcher vielmehr die Tuberkulose dafür verantwortlich macht, wobei aber noch erwähnt sei, daß die Stellen vorher mit Trichloressigsäure geätzt worden waren. V. RIES glaubt die Narbenbildung bei Neigung zur Hypertrophie günstiger gestalten zu können, wenn er die Wunden mit Höhensonne unter Anwendung

von Lichtfiltern, welche die kurzwelligen Strahlen abhalten, belichtet. Jedenfalls sehen wir oft auch hypertrophische Narben bei Lupösen unter Quarzblau-licht Kompressionsbestrahlung sehr schön zurückgehen.

Pigmentanomalien

Wohl die am meisten störende Pigmentverschiebung, welche jeder Therapie trotzt, ist die Vitiligo. Man versuchte denn auch frühzeitig, ausgehend von der starken Pigmentierung nach Einwirkung von ultravioletterm Lichte, die Strahlen der Höhensonne und speziell der KROMAYER-Lampe (BUSCHKE, MOSER) zur Anregung der daniederliegenden Pigmentbildung in den vitiliginösen Stellen heranzuziehen, bisher mit negativem Erfolge. Zwar kann man eine stärkere Pigmentierung erzielen, doch schwindet diese sehr rasch nach Aussetzen der Behandlung, auch erreicht sie gewöhnlich nicht den Grad der umgebenden Randzone, ja kommt man dieser mit der Belichtung nahe, so ist der Kontrast gewöhnlich noch stärker. Das Pigment findet sich meist perifollikulär, fast ausschließlich in der Epithelschicht, während das Bindegewebe beinahe pigmentfrei ist (BUSCHKE). Will man also überhaupt einen Effekt haben, so muß immer wieder bestrahlt werden und da Erfolg und Arbeit in gar keinem Verhältnis zueinander stehen, ist derzeit wohl davon abzuraten.

Leukoderma syphiliticum wird nicht beeinflußt; in der Randzone wird sehr reichlich Pigment gebildet, das Zentrum bleibt aber ziemlich unverändert, so daß kosmetisch nichts gewonnen ist (BUSCHKE und EICHORN). Die Depigmentierungen nach Psoriasisplaques werden wohl selten Anlaß zum Eingreifen geben, reagieren aber auf Belichtung recht gut. Sehr störend können Farbenunterschiede sein, welche nach therapeutischen Bestrahlungen infolge unvorsichtiger Belichtung, schlechter Abdeckung, wie schon eingangs erwähnt, entstanden sind. Diese lassen sich bei halbwegs guter Technik vermeiden, sind sie aber doch eingetreten, dann wird unter Abdeckung der pigmentierten Haut die blasse Hautpartie vorsichtig belichtet, so daß sich die Kontraste ausgleichen.

Auch zur Beseitigung der Epheliden wurde die Höhensonne herangezogen, indem man durch eine kräftige Bestrahlung ein starkes Erythem bis zur leichten Blasenbildung erzeugt, wodurch die oberflächlichen Hautschichten samt den pigmentführenden Zellen abgestoßen werden; eine solche Lichtentzündung soll zwei- bis dreimal wiederholt werden. Die Entzündung muß mit feuchten Verbänden, Kühsalben, Puder sorgfältig nachbehandelt werden. Man will mitunter auch Dauerheilungen gesehen haben, wobei man daran denkt, daß durch die Vorgänge bei dieser Entzündung eine durchgreifende Umstimmung des Gewebes erfolge. Wir selbst waren bisher nicht imstande, eine dauernde Wirkung zu erreichen und wenn dies der Fall wäre, dann halten wir den Erfolg keineswegs für einen berechenbaren. Die Belichtung wirkt hier wie unsere alten Schälkuren. Auch H. KEUTEL mahnt zur Vorsicht bei der Prognosenstellung, da Rezidiven doch allzu häufig seien. Jedenfalls sind die Patienten aufmerksam zu machen, daß die konsekutive Rötung oft längere Zeit bestehen bleibt.

Der Pigmentnaevus fällt nicht in das Indikationsgebiet der Lichttherapie, sondern wäre mit Radium, noch besser mit Kohlensäureschnee zu behandeln.

Von verschiedenen Seiten wurde auf Pigmentierungen besonders auf Hals, Brust und Rücken hingewiesen, in Berlock- oder Streifenform, deren Ätiologie dahin aufgeklärt wurde, daß die betreffenden Personen Eau de Cologne benutzt hatten und sich dann sofort starker Sonnenbelichtung aussetzten. Die experimentellen Untersuchungen haben ergeben, daß man doch auch eine gewisse

Disposition annehmen muß, da nicht alle Personen unter sonst gleichen Umständen erkranken (ROSENTHAL, HOFFMANN und SCHMITZ, FISCHER, FREUND, LEDERMANN, STEIN). Vielleicht gibt es außer Kölnerwasser auch andere sensibilisierende Substanzen (ROSENTHAL).

Schon FREUND wollte Bergamottölbepinselung mit nachfolgender Einwirkung von Seebädern und Sonnenbelichtung dazu benützen, um vitiliginöse Stellen zu kräftigerer Pigmentierung zu bringen, doch mißlang dieser Versuch bei zwei Patienten vollständig. Dagegen berichtete UHLMANN jüngstens über sehr befriedigende Resultate, nur mußte man vor der KROMAYER-Quarzlicht- oder BACH-Höhensonnebestrahlung nicht reines Bergamottöl, sondern eine spirituöse Lösung desselben oder aber das Kölnischwasser Nr. 4711 „Glockengasse“ nehmen, welches eben auch Bergamottöl enthält. Die normale Haut wurde durch ein Chinin-Zink-Liniment vor der Strahlenwirkung geschützt. Die Pigmentation hielt an den vitiliginösen Stellen bisher durch viele Monate an. Die von AXMANN zum selben Zwecke empfohlenen Mittel „Melaxmann-Spiritus“ und „Melaxmanns-Crème“ sollen nicht so wirksam sein wie die spirituöse Bergamottöllösung.

Perniones

Die Erfrierungen bieten häufig ein dankbares Feld für die Behandlung mit ultravioletem Licht, da durch das erzeugte Erythem die Blutzirkulation angeregt, die venöse Stase behoben wird. JESSNER verwendet Höhensonne aus ziemlicher Nähe durch 15 bis 30 Minuten, behandelt dann drei Wochen medikamentös, hierauf Wiederholung der Belichtung. JOST bestrahlt in der ersten Sitzung durch fünf Minuten aus 30 bis 50 cm Entfernung, hierauf jeden zweiten Tag um fünf Minuten länger, so daß das Erythem bestehen bleibt, benötigt selten mehr als fünf bis sechs Sitzungen zu vollem Erfolg. Die Schmerzen nehmen schon nach der ersten Bestrahlung ab, bestehende Ulzerationen heilen rasch. Auch TAPARELLI ist mit den Erfolgen sehr zufrieden, weniger J. MÜLLER, welcher lieber die Uviolampe verwendet, weil deren Strahlen tiefer dringen sollen. HASEBROEK, LAQUEUR rühmen die guten Wirkungen, welche sie bei Erfrierungen mit dem elektrischen Scheinwerfer erzielen, bei dem wohl auch die Wärmestrahlung eine Rolle spielt. Nicht unerwähnt bleibe, daß in manchen renitenten Fällen besonders Diathermie oder vorsichtige Röntgenbestrahlung noch mit Vorteil angewendet werden kann. Von großer Wichtigkeit ist die Allgemeinbehandlung der zu Pernionen neigenden Patienten, anderseits die frühzeitige Fernhaltung der Schädlichkeit. Besonders neigen anämische, unterernährte Menschen mit schlechtem Stoffwechsel und Zirkulationsstörungen dazu, es werden also eine Eisenarsentherapie, Luft- und Sonnenbäder, hygienische Maßnahmen von Nutzen sein (HÜBNER).

Lichen ruber planus

Über gute Beeinflussung desselben auch in renitenten Fällen berichten BETTMANN, BRANDWEINER, KLINGMÜLLER, JESTONEK, SCHERBER, besonders soll dadurch auch der Juckreiz gemildert werden. Es ist nicht klar, ob es sich da um eine direkte Wirkung auf die Hauterscheinungen handelt, oder ob diese durch eine Änderung des Stoffwechsels zustande kommt. Die Bestrahlungen mit Höhensonne sollen mäßig stark sein, etwa ein schwaches Erythem erzeugen, also Beginn 50 cm durch fünf Minuten, dann nach und nach steigen. Unter Quarzlichtbestrahlung sieht man dann die Effloreszenzen flacher werden, die Farbe wird tiefbraun, der Effekt ist ähnlich dem einer kräftigen Arsentherapie;

doch kann man sich unseren Erfahrungen nach auf einen günstigen Erfolg keineswegs verlassen (TOOMEY). Dickeren widerspenstigen Plaques kommt man oft besser mit Röntgen bei.

Pemphigus vulgaris, Dermatitis herpetiformis Duhring

Bei diesen Erkrankungen, von denen besonders die erstere in ihrem Verlaufe oft schwer zu beurteilen ist, scheint die Lichttherapie eine sehr erwünschte, gut wirkende Bereicherung unserer Behandlungsmethoden zu sein, besonders in Verbindung mit Arsen und Chinin. Im Falle JESONEKS handelte es sich um einen schweren Pemphigus foliaceus, in sehr kachektischem Zustande, bei dem die Höhensonnenbestrahlungen sozusagen als Verzweiflungsakt angewendet wurden, überraschenderweise aber zu einer weitgehenden Besserung der Hauterkrankung und zur Erholung des Patienten führten. Auch BRANDWEINERS Patient litt an einem schweren, gegen andere Maßnahmen refraktären Pemphigus, der auf künstliche Höhensonne symptomlos wurde; mit fortschreitender Pigmentierung hörte die Blasenbildung auf, so daß BRANDWEINER meint, es könnte sich mit zunehmender Dosierung um eine Abhärtung oder Immunisierung der Haut handeln, die dann nicht nur auf höhere Lichtdosen nicht mehr reagiert, sondern vielleicht auch gegen Reize nicht, welche sonst aus unbekannter Ursache Blasenschübe hervorrufen. SCHERBER hat über eine Reihe von Pemphigusfällen berichtet, bei denen in den schweren Erkrankungen zwar nicht immer der letale Ausgang hintanzuhalten war, doch beeinflusste das Lichtbad den Verlauf vielfach auffallend günstig. Er kombiniert in schwereren Fällen die Bestrahlung mit dem Wasserbad durch ein bis zwei Tage.

SCHERBER sowohl als auch THEDERING, THOMSON, KELLER haben gute Erfolge bei der Dermatitis herpetiformis Duhring zu verzeichnen.

Die Bestrahlung — neben der, wie schon gesagt, andere therapeutische Maßnahmen einhergehen — soll immer eine allgemeine sein und in sehr vorsichtiger Weise vorgenommen werden: Distanz der Lampe 0,8 bis 1,2 m, Bestrahlung, anfangs fünf Minuten, eventuell auch noch Filterung durch Uviolschirm, langsames Ansteigen um ein bis zwei Minuten täglich, wobei jede stärkere Reaktion vermieden wird, weil dadurch leicht wieder eine Verschlimmerung eintreten kann. In diesem Falle muß sofort pausiert, das nächste Mal mit einer niedrigeren Dosis begonnen werden. Die Bestrahlungen sollen lange fortgesetzt werden, auch noch nach Abheilung der Affektion, weil dadurch vielleicht eher Rezidiven zu vermeiden sind.

Auch bei anderen universellen Dermatitisen, Erythrodermien kann ein Versuch in vorsichtiger Weise unternommen werden.

Für den Pemphigus vegetans kommt vor allem Röntgen in Betracht, während die Lichttherapie für diese Fälle nutzlos ist.

Erysipel

Außerordentlich schwer ist die Beurteilung der Wirkung von Quarzlichtbestrahlungen auf das Erysipel vor allem deshalb, weil der Verlauf der einzelnen Fälle so sehr variabel, ein Vergleich der Resultate der verschiedenen Autoren daher fast unmöglich ist. Dementsprechend sind ja auch eine Unzahl von therapeutischen Maßnahmen empfohlen worden, mit welchen die einen sehr gute Erfolge erzielten, andere gar keine oder sehr geringe. Auch die Wirkung der Höhensonne wird nicht gleich beurteilt.

So halten SCHENK-POPP, PÉTENYI, WELTRING beim Säuglingserysipel die Wirkung für sehr gut, während BIRK und SCHALL, R. HAMBURGER das Gegenteil

berichten; letzterer verlor von acht Kindern sechs. BECK, CAPELLE, CARL, CHARPY, CZEPA, SJÖVALL sind mit der Quarzlichtbestrahlung sehr zufrieden, man sieht oft schon nach einer oder einigen wenigen Sitzungen Temperaturabfall und Stillstand der Erkrankung. Das größte Material, zirka 100 Fälle, steht wohl CZEPA zur Verfügung. KLAPP hält die natürliche Sonne für besser. Vorsichtiger drücken sich NONNENBRUCH, KÖNIG aus, von denen ersterer erklärt, daß die anderen angegebenen Methoden dem Quarzlicht nicht nachstehen, KÖNIG sah zwar manchmal Temperaturabfall und Stillstand, öfters blieb aber der Erfolg aus, das Erysipel griff sogar weiter; eine vorbeugende Bestrahlung infizierter Wunden vermochte wiederholt das Erysipel nicht zu verhindern. GAUGELE hält die Höhensonne für untauglich. BRÜNAUER kommt auf Grund seiner Erfahrung an fünfzehn Fällen zu dem Resultat, das Quarzlicht bei der Behandlung des Erysipels zu empfehlen, da bei einem hohen Prozentsatz seines Materials ein rascher günstiger Einfluß zu verzeichnen war; trotz Rückgang der Erscheinungen setzt er die Therapie wie auch CZEPA mit gleicher oder etwas höherer Dosis fort. Vielfach werden daneben, so auch von CZEPA, Umschläge angewendet.

Auf der anderen Seite werden sehr gute Erfolge mit Rotlichtbestrahlung verzeichnet, so von AHLWEDE, welcher die Neonlampe in 15 cm Distanz durch zehn Minuten einwirken läßt und nach drei bis sechs Sitzungen Heilung erzielt. O. MÜLLER verfügt über ein größeres Material (mehr als 40 Fälle) und hält den Patienten Tag und Nacht unter Rotlicht, indem er die Fenster des Zimmers mit rotem Papier verkleidet oder im verdunkelten Zimmer durch eine rote elektrische Birne belichten läßt. Er hatte in fast allen Fällen Erfolg, einfache Fälle heilten nach Temperaturabfall innerhalb 24 Stunden in drei bis 5 Tagen ab, auch bei schwereren Fällen blieben Schüttelfröste und Delirien aus, der Ablauf war allerdings ein langsamerer. Wo die Behandlung versagt, bestehe der Verdacht einer eitrigen Einschmelzung.

Die Bestrahlungstechnik ist bei den einzelnen Autoren auch verschieden. Fast alle streben eine leichte Reaktion bei Ausschaltung stärkerer Hitzewirkung an, so daß sie aus 80 bis 100 cm Distanz anfangs zehn bis fünfzehn Minuten bestrahlen, langsam steigen. BRÜNAUER hält sich etwas unter der mittleren Erythemdosis nach KELLER. Die meisten bestrahlen das ganze erkrankte Terrain und die benachbarte gesunde Haut, KÖNIG geht anfangs ebenso vor, später bestrahlt er nur die Randpartien. BRÜNAUER deckt von allem Anfang an die zentralen Partien durch schwarzes Papier ab, bestrahlt nur den Rand und die angrenzende Haut. Er glaubt übrigens nicht an eine bakterizide Wirkung, sondern nimmt kolloidchemische Veränderungen an.

Unsere eigenen Erfahrungen, welche sich auf ein ziemlich großes Material stützen, führen uns dazu, auch in der Quarzlampenbelichtung kein absolut verlässliches, doch immerhin oft nützliches Therapeuticum beim Erysipel zu sehen. Behandelt man Erysipelle nach verschiedenen Methoden, wie wir es tun, so kann man sagen, daß auch das Quarzlicht eine gute Wirkung dabei entfalten kann. Neben Erfolgen kommen Versager vor, eines Versuches ist diese Therapie jedenfalls wert, für die meisten Fälle, besonders leichtere, reichen andere Behandlungsarten aus; für die schwersten läßt die Quarzbestrahlung nicht so selten im Stiche, s. auch HALBERSTÄDTER. Erwähnt sei hier, daß wir gerade bei diesen die Autohämotherapie oft mit sehr gutem Erfolge anwenden, unter der wir einen rapiden Temperatursturz, Stillstand und Rückbildung des Erysipels gesehen haben. Beachtung verdient hierbei das Herz, da Kollaps mitunter vorkommt.

Man hat, wie schon erwähnt, auch versucht, durch vorbeugende Bestrahlung infizierter Wunden das Erysipel zu verhindern, die Ergebnisse sind absolut nicht überzeugend.

Geschlechtskrankheiten

Für diese ist das Indikationsgebiet der Lichtbehandlung ein sehr begrenztes. Bei offenen Bubonen wurde sie zur Anwendung gebracht, um eine raschere Reinigung und Anregung der Granulationsbildung zu erzielen, andere Behandlungsmethoden erreichen in dieser Hinsicht Gleiches, meist Besseres. Für geschlossene Bubonen kommt die Lichttherapie kaum in Betracht, eher die Röntgenbestrahlung, wodurch mitunter Rückbildung oder aber raschere Einschmelzung erzielt werden kann. F. M. MEYER wendet beim phagedaenischen Ulcus intensive lokale Bestrahlungen mit Quarzlicht aus kurzer Distanz und möglichst lange an, will dadurch bakterizid wirken und bessere Erfolge gesehen haben, ohne jedoch die alten bewährten Desinfizienzien, besonders Jodoform, fortzulassen.

Zur Bestrahlung der gonorrhöisch erkrankten männlichen Urethra wurden Quarzansätze an die KROMAYER-Lampe angebracht, mit denen eine direkte Bestrahlung der Schleimhut erreicht wird; diese sind gerade oder gebogene solide Quarzstäbe, welche von einem soliden Quarzkegel auslaufen und im ganzen Verlaufe, besonders aber am Ende ein sehr intensives Licht ausstrahlen (STREBEL-SCHÜLER). Während MEYER den Einfluß der ultravioletten Strahlen bei der Gonorrhöe negiert, berichtet W. LÜTH damit bei chronischer Prostatitis und Mitbeteiligung der Blase und der Urethra über gute Erfolge, doch muß die Bestrahlung der Urethra mindestens vier Minuten pro Sitzung dauern. Bei einzelnen lokalisierten Herden, welche durch Endoskopie festgestellt sind, drückt er das Ende des Stabes an und erzielt dadurch Tiefenwirkung und Vernichtung der Gonokokken.

Wir können wohl sagen, daß sich bei akuter Gonorrhöe die Einführung eines Instrumentes in die Urethra verbietet. Aber auch zur Behandlung der chronischen Gonorrhöe und Prostatitis ist das Verfahren der lokalen Lichtbehandlung nicht sehr geeignet. Die Apparatur ist sehr teuer und sehr heikel bei der Anwendung, die Behandlung umständlich und schließlich kommt man doch in fast allen Fällen mit unseren alten Methoden aus, besonders wenn man die Endoskopie heranzieht.

Erwähnt sei noch, daß GAUSS durch Allgemeinbestrahlungen weibliche Gonorrhöe und auch nichtspezifischen Ausfluß gut beeinflußt haben will. Zwecks lokaler Bestrahlung der Vagina und Portio wurden auch solide Quarzansätze konstruiert. Ein größeres Material, welches diesbezügliche Erfolge bestätigt hätte, steht meines Wissens nicht zur Verfügung.

Schon bei der Diagnose kann das Quecksilberlicht mitunter eine Bedeutung haben, indem es bei undeutlichem syphilitischem Exanthem dazu dient, dieses besser sichtbar zu machen: matte Roseolaflecke erscheinen nämlich unter diesen Umständen blau bis violett, so daß sie auch für den minder Geübten klar zu erkennen sind. Anderseits kann eine Reizbestrahlung etwa aus 50 cm Distanz durch vier bis fünf Minuten provokatorisch wirken, so daß eine Roseola überhaupt erst zum Vorschein kommt.

Zur lokalen Behandlung luetischer Affektionen wurde die Belichtung höchstens bei schlecht heilenden Ulzerationen der verschiedenen Stadien, besonders des tertiären, verwendet, von mancher Seite auch bei luetischen Knochenaffektionen, wobei eine anregende Wirkung erzielt werden soll. Viel weiter geht BREIGER, welcher durch Allgemeinbestrahlung die Haut zur ausgiebigen Bildung von Immunkörpern anzuregen sucht, ja er berichtet sogar über Heilung und auch Abortion der Lues mit Bestrahlung allein. Tabes sei mit und ohne Darreichung von Quecksilber durch Licht zum Stillstand gekommen, jedenfalls wäre eine

wesentliche Besserung der tabischen Symptome eingetreten, doch verwendet er daneben auch Übungstherapie und das Vierzellenbad. Bei gleichzeitiger Anwendung von Hg und Salvarsan werde die Ausscheidung der Medikamente beschleunigt, auch seien geringere Dosen derselben notwendig. Einen warmen Fürsprecher findet die Lichtbehandlung von Luetikern auch in HESSE, allerdings schickt er eine Salvarsan- oder Hg-Kur voraus; er verabfolgt zwischen den Kuren oder gleichzeitig natürliche oder künstliche Sonnenbäder, wobei er sowie auch BREIGER stärkere Reaktionen vermeidet. K. SCHINDLER lehnt die Lichttherapie glattweg ab.

Es ist heute wohl überflüssig zu sagen, daß die Lues durch energische kombinierte Behandlung mit Hg bzw. Wismuth und Salvarsan zu behandeln ist, denen eventuell auch eine Fiebertherapie (Milch, Phlogetan, Malaria) unter Umständen hinzugefügt werden kann. Sonnen-, Licht-, Freiluftbäder können nur als tonisierende Agentien in Betracht kommen; schon daß sie vorbeugend die Erkrankung der inneren Organe verhindern könne (HESSE), ist zuviel gesagt. Die anregende Allgemeinwirkung soll durch milde Reaktionen, welche schon nach 24 Stunden abgelaufen sind, beim Lichtbad erzielt werden, indem man bei 1 m Distanz mit drei bis fünf Minuten beginnt und langsam ansteigt. JACOBI berichtet über sehr gute Wirkung allgemeiner Höhensonnenbestrahlungen bei einer malignen Lues, welche gegen Hg, Bi, Salvarsan resistent war; auch im Blutbild erwies sich deren Einfluß durch Erhöhung des Hb-Gehaltes und das Auftreten einer Lymphozytose. Daß die Ausscheidung der Medikamente beschleunigt wird, ist recht gut möglich, wie wir dies ja auch schon früher durch warme einfache oder medikamentöse Bäder, Schwitzkuren herbeizuführen suchten. Während RASCH einen günstigen Einfluß des Sonnenlichtes auf syphilitische Exantheme vermerkt, haben RAVAUT, BASCH und LAMBLING sekundäre Erscheinungen durch Kombination einer spezifischen Behandlung mit künstlicher Höhensonne nicht rascher schwinden gesehen, auch die WASSERMANNsche Reaktion wurde nicht beeinflusst, vielleicht ab und zu einmal der Zustand der Lumbalflüssigkeit. Auch eine Sensibilisierung mit Eosin oder Methylenblau änderte daran nichts. Deutlich war die günstige Wirkung auf den Allgemeinzustand, und aus diesem Grunde kann die Anwendung erfolgen.

SPIETHOFF fand, daß Papeln im nichtbestrahlten Gebiete eher rascher zurückgehen als im bestrahlten. Eine stark positive WASSERMANNsche Reaktion wird durch die Höhensonne nicht geändert, sie kann, wenn sie im Abklingen ist, zuweilen höhere Werte erlangen. Auch wochenlange Allgemeinbestrahlungen können einen refraktären Organismus nicht in der Weise umstimmen, daß dieluetischen Erscheinungen dann der spezifischen Kur weichen. Die Höhensonnebestrahlungen erhöhen bestenfalls die natürlichen Heilbestrebungen.

HAUPTMANN geht von der Ansicht aus, daß Paralyse und Tabes dadurch entstehen, daß eine ungenügende Abwehr des syphilitisch infizierten Organismus vom Sekundärstadium an erfolge. Er will daher die sekundären Erscheinungen nicht unterdrücken, falls es nicht gelingt, die Spirochäten vollständig zu vernichten, er sucht die Immunkörperproduktion durch die Kombination der anti-syphilitischen Kur mit Höhensonnenbestrahlungen zu fördern. Ja er will bei einigen Fällen von Paralyse durch Höhensonne- und Salvarsanbehandlung ähnliche Erfolge gesehen haben wie bei der Malariakur. Eine Bestätigung dieser Angabe steht noch aus.

Auch von der lokalen Wirkung beiluetischen Ulcera wird man wenigstens nach unserer Erfahrung nicht allzu viel erwarten dürfen, es wurden sogar Stimmen laut (KAUTZ), welche die Belichtung tertiärluetischer Affektionen

für schlecht halten, ja ein refraktäres Verhalten von Erscheinungen differentialdiagnostisch verwerten wollen. Jedenfalls werden wir nie verabsäumen dürfen, solche zunächst nach der guten alten Methode lokal mit Hg, intern mit Jod zu behandeln, wozu noch die Allgemeinbehandlung in gewohnter Weise tritt. Zeigt sich durch die Bestrahlung eine Verschlimmerung, so wird sie selbstverständlich sofort ausgesetzt. Sonst kann man bei gereinigtem *Ulcus cruris specificum* durch eine milde Bestrahlung die Überhäutung zu fördern versuchen. Die *Alopecia luetica* wird durch lokale Bestrahlung neben der spezifischen Therapie zu rascherem Ablauf gebracht, wie schon a. a. O. erwähnt wurde.

Bei einer ganzen Reihe anderer Erkrankungen werden noch gute Wirkungen der Behandlung mit Ultraviolettstrahlen angegeben. Diese Beobachtungen sind teils vereinzelt, teils auch unzuverlässig, vielfach sind die Erfolge auch durch andere therapeutische Maßnahmen sicherer und leichter zu erreichen. So berichtet F. MEYER über eine Nageleiterung, welche vorher mit anderen Methoden vergebens behandelt war und nach zwei ungefilterten Bestrahlungen aus nächster Nähe abheilte. LOMHOLT erzielte bei elf Fällen von *Xanthelasma palpebrarum* mit FISEN-Behandlung sehr schöne Resultate, doch dürfte sich dafür, wie auch LUNDGAARD hervorhebt, die Exzision, oder, nach unserer Erfahrung, die Elektrolyse mehr empfehlen. RULISON will beim *Adenoma sebaceum* und beim *Morbus RECKLINGHAUSEN* unter starker Reaktion gute Erfolge gesehen haben. BACH verwendete intensive Allgemeinbestrahlungen (zwanzig Minuten, 50 cm) und heiße Moorbäder bei der *Enuresis nocturna*, gleichzeitig müssen die Patienten vor Abkühlungen geschützt werden. Die Wirkung der Allgemeinbestrahlungen dürfte, wenn nicht rein suggestiv, bei diesen oft blassen, nervösen Kranken eine allgemeine robrierende, bzw. das Gefäßsystem beeinflussende sein.

VALLET bestrahlt Warzen mit Sonnenlicht, welches, durch eine Linse konzentriert, auf dieselben appliziert wird; es ist dies also eine reine Wärmewirkung, welche im Volke ja schon lange geübt wird.

Die *Ichthyosis* kann durch kräftige Bestrahlungen mit der Hg-Lampe gebessert werden (JESSNER, AXMANN, LÜTH), ebenso reagiert auch der *Lichen pilaris* auf Licht gut, besonders wenn gleichzeitig andere Maßnahmen, Einfetten mit Salizylvaselin, vorgenommen werden. CHARPY und CIVATTE sahen Heilung von *Botriomykose* durch ultraviolettes Licht, JANICHEWSKI verzeichnet ein Schwinden der Hautveränderungen bei *Sclerodermie en plaques* mit Mitbeteiligung der Muskeln und Knochen, gleichzeitig besserte sich auch die Beweglichkeit. BLUMENTHAL empfiehlt bei *Sklerodermie* und *sklerodermieähnlichen* Veränderungen nach Röntgen Rotlicht, allerdings in vielmonatlicher Anwendung. Da andere Methoden (Fibrolysininjektionen, Pepsin-, Thiosinaminsalben) bei diesen Fällen kaum etwas erreichen, ist ein Versuch gewiß gestattet.

Von einer gewissen Bedeutung scheint die Beobachtung O. MÜLLERS zu sein, welcher den tropischen Ringwurm (*Dhobby's itch*) mit künstlicher Höhensonne zur Abheilung brachte. Dieses außerordentlich quälende Leiden, welches die Nachtruhe der Befallenen infolge des Juckreizes stört, ist eine Pilzkrankung, beginnt meist an der Innenseite des Oberschenkels und überzieht bei Vernachlässigung oft den ganzen Körper. Die Pilzfäden durchsetzen die oberflächlichen Hornschichten, lassen aber die Haarfollikel frei, wir selbst beobachteten in einem Falle schwere Nagelveränderungen. Höhensonnenbestrahlungen von 5 bis 30 Minuten bei 65 bis 30 cm Distanz, wodurch Erytheme hervorgerufen werden, sollen die Erkrankung, welche medikamentöser Behandlung kaum weicht, rasch zur Abheilung bringen.

Noch bei manchen anderen Hauterkrankungen wurde Belichtungstherapie eingeleitet und soll gelegentlich nach Angabe des Autors auch Erfolg gehabt haben. Allzu oft mangelt der überzeugende Beweis dafür, daß gerade die Belichtung die Ursache der Wirkung war.

Auch Cancroide wurden mit der Quarzlampe behandelt und geheilt (LÜTH, REINES); WEISS verwendete kombiniert Kupfersalbe und Quarzlampe. ALEXANDRES Methode besteht in einer Kauterisation des Karzinoms, indem er das Sonnenlicht durch eine Linse auf die erkrankte Hautstelle einwirken läßt. CLAIRE kombiniert die Radiotherapie mit allgemeinen Sonnenbestrahlungen, welche die Abwehrkräfte des Organismus anregen und dadurch die Resultate verbessern sollen. EHLMANN hat bei einem Sarcoma idiopathicum haemorrhag. (Kaposi) die Quarzlampe erfolgreich verwendet. Da wir neben den chirurgischen Methoden und der Fulguration viel wirksamere im Röntgen und Radium haben, ist es wohl angezeigt, sich an diese zu halten, um nicht unter Umständen kostbare Zeit mit unzulänglichen Mitteln zu verlieren. Denn im allgemeinen muß die Lichtbehandlung der Hautkarzinome wohl als ungeeignet bezeichnet und abgelehnt werden.

Im Vorhergehenden wurden die heilenden Einflüsse der Lichttherapie bei Erkrankungen der Haut besprochen. Wir wissen aber, daß das Licht auch schädigen kann, einerseits indem es zu intensiv oder zu lange einwirkt, wie es ja unter diesen Umständen auch in der Therapie ein zu viel gibt, oder aber indem es einen Organismus trifft, welcher gegen Licht überempfindlich ist.

Der „Sonnenstich“ der Haut, welchen wir z. B. nach einem zu intensiven Sonnenbad auftreten sehen, und der sich in Rötung, Schwellung kundgibt und sich bis zur Blasenbildung steigern kann, war natürlich schon lange bekannt. Das ursächliche Moment wurde allerdings von den Dermatologen mit großer Beharrlichkeit auf die leuchtenden Strahlen bezogen, obwohl CHARCOT schon 1858 auf die überragende Bedeutung der chemischen Strahlen aufmerksam machte. Erst durch die Arbeiten von HAMMER, WIDMARK, MAGNUS MOELLER wurden diese Verhältnisse klargestellt. Auch der Gletscherbrand wird vorwiegend durch ultraviolette, vom Schnee reflektierte Strahlen hervorgerufen, wie ja überhaupt in bedeutenderen Höhen die kurzwelligen Strahlen viel reichlicher vorhanden sind als in der Ebene, und dadurch die Sonnenwirkung wesentlich erhöht ist (BOWLES, LANGLEY).

Die gleichen klinischen Erscheinungen aus denselben Ursachen finden sich bei der Dermatitis photoelectrica, welche besonders von MAKRAKOFF genauer analysiert wurde.

Die Menschen reagieren verschieden auf Belichtung der unbedeckten Haut, manche zeigen sehr rasch und stark ein Sonnenerythem, andere sind gar nicht empfindlich. Es hängt dies zum Teil wohl mit konstitutionellen Unterschieden, zum Teil mit dem Pigmentreichtum und biologischen Eigentümlichkeiten der Haut zusammen. Im allgemeinen gehören die blonden Individuen zur Kategorie der Empfindlichen, die brünetten sind wesentlich unempfindlicher. Am ehesten tritt eine Reizung dann auf, wenn die Belichtungsunterschiede starke waren, die Haut noch nicht Zeit hatte, sich an die stärkere Belichtung zu gewöhnen, also im Frühjahr, bei der ersten Hochtour.

Lichtempfindlichkeit kann aber auch entstehen oder verstärkt werden durch Überstehen einer Lichtdermatitis, da eine solche manchmal zu sensibilisieren imstande ist (MAC LEOD), wie ja auch experimentelle Untersuchungen dies erweisen (MEYER, KELLER, LINSE und KROPATSCHE).

Es gibt eine Reihe von Menschen und Krankheiten, bei welchen sich eine gesteigerte Lichtempfindlichkeit erkennen läßt, wobei also aufan sich indifferente Belichtungen verschiedene Symptome auftreten. Die biologischen Grundlagen hiefür sind ja bereits in früheren Kapiteln erörtert. Hier sei nur erwähnt, daß wir diese optischen Sensibilisationskrankheiten nach W. HAUSMANN einteilen können in solche, welche durch exogene Sensibilisation entstehen, also durch Zufuhr photobiologischer Sensibilisatoren von außen (v. TAPPEINER, JODLBAUER) und endogene Sensibilisation, bei der die sensibilisierende Substanz im Organismus entsteht.

Zu ersteren gehören eine Reihe von Erkrankungen, bei welchen die Sensibilisation durch Zufuhr per os hervorgerufen wird: Buchweizenkrankheit (PRIME), vielleicht gehört hieher auch die Pellagra und die Kriegsmelanose, welche RIEHL auf den Genuß von Mehl aus *Vicia faba* zurückführen wollte, oder aber die provozierende Substanz wird auf die Haut aufgetragen, z. B. bei LEWINS Steinkohlenteerpechaffektion, Karboneoldermatitis (HERXHEIMER und NATHAN), Vaselineoderm (FRIBOES, MEIROVSKY, OPPENHEIM), allerdings wird man bei diesem auch an eine Summation der Reize, also Medikament plus Sonnenlicht denken müssen. Die Therapie in diesen Fällen wird vor allem darin bestehen, die schädigende Substanz zu vermeiden.

Von den endogenen Sensibilisatoren wissen wir bisher noch wenig. Bei der Hydroa vacciniformis wurde in einigen Fällen Hämatoporphyrin bzw. Porphyrinogen im Harn gefunden (EHRMANN, PERUTZ), ein Stoff, der besonders nach den schönen Untersuchungen W. HAUSMANNs sehr stark sensibilisierend wirkt, doch sind auch da noch viele Details in pathologisch-biologischer Richtung ungelöst, ich verweise auf JESONEK, HAUSMANN. Über andere Affektionen, welche zur Belichtung sicher in Beziehung stehen, sind wir fast nur klinisch orientiert, über das Wesen des sensibilisierenden Körpers wissen wir gar nichts, dies gilt ebensowohl für das von VEIEL zuerst beschriebene Ekzema solare, wie für das Xeroderma pigmentosum. VEIELs Fall reagierte mit Krankheitserscheinungen auch auf sichtbare Strahlen. Bei darauf gerichteten Untersuchungen in ähnlichen Fällen konnten weder wir, noch FALK im Harn Hämatoporphyrin nachweisen, doch eine Überempfindlichkeit gegen ultraviolettes Licht. Im Gegensatz dazu steht die Beobachtung KITAGAWAs, der seinen Patienten mit Ekzema solare nur gegen Sonnenbestrahlung sehr stark empfindlich fand, nicht aber gegen ultraviolette Strahlen.

Im vorigen Jahre konnte ich einen jungen Mann beobachten, der sich beim Rudern starker Sonnenbelichtung ausgesetzt hatte und am nächsten Tage ein Erythem zeigte, das sehr ausgedehnte Hämorrhagien aufwies, besonders an Stellen, welche einem auch leichten Druck ausgesetzt waren (Fingerabdrücke). Die von HAUSMANN durchgeführte Harnuntersuchung ergab nichts Pathologisches.

Von DUKE, FREI, BEINHAEUER wurden urtikarielle Erscheinungen als Überempfindlichkeitsreaktionen nach Sonnenbelichtung beobachtet, welche auch durch den kurzwelligen Teil des sichtbaren und langwelligen Teil des Ultraviolettpektrums hervorgerufen werden konnten. Durch Vorbestrahlung war eine Desensibilisierung möglich. BEINHAEUER scheint diese Überempfindlichkeit mit einer Vererbung und einer vorausgegangenen Urticaria ex ingestis zusammenzubringen.

Da wir also die disponierende Ursache nicht kennen oder sie mindestens nicht zu beseitigen imstande sind, müssen wir uns bestreben, das auslösende Moment, die schädlichen kurzwelligen Strahlen, abzuhalten. In einzelnen Fällen besonders von Sommerprurigo kann man durch fortgesetzte, langsam

höher dosierte Bestrahlung mit Quarzlicht versuchen, eine Desensibilisierung der Haut zu erzielen.

Seit langem schon wird ein gewisser Einfluß auf den Verlauf des Xeroderm pigmentosum durch Belichtung angenommen, was durch experimentelle Untersuchungen eine Bestätigung gefunden hat (ROTHMANN, MARTENSTEIN, HEINER). Sie fanden, daß die Haut solcher Kranker gegenüber chemischen Reizen, sichtbaren und Wärmestrahlen normal reagierten, während ultraviolette Strahlen verschiedener Wellenlängen verzögert auftretende, sehr erhöhte und verzögert ablaufende Reaktionen zeigten, am stärksten ausgesprochen an den pigmentierten Stellen. HEINER konnte im Gegensatz zu MARTENSTEIN weder an der veränderten noch an der unveränderten Haut eines Xerodermakranken durch eine Ultraviolettbestrahlung Überempfindlichkeit erzeugen, im Gegenteil die Reaktion fiel nach der zweiten Bestrahlung schwächer aus, nur eine stärkere Pigmentation folgte; Teleangiektasien konnte er nach Belichtung nicht sehen, was ROTHMANN beschrieben hat.

Auch bei der DARIERSchen Dermatoze wurden Exazerbationen durch Sonnenlicht gesehen (KREIBICH, LIPMAN-WULF, LEDERMANN), doch werden diese meist als nicht spezifische Reizungen aufgefaßt, andererseits brachte BRANDWEINER die Effloreszenzen durch Höhensonne vorübergehend zur Rückbildung.

EHRMANN macht darauf aufmerksam, daß in manchen Fällen von Neurodermitis eine Lichtüberempfindlichkeit zu konstatieren ist; möglicherweise sind also Körper, welche aus dem Darmlumen resorbiert bzw. durch abnorme Stoffwechselvorgänge entstehen, die Ursache dieser Sensibilisierung.

Vielleicht spielt beim Lupus erythematosus der Tuberkelbazillus bzw. dessen Produkte eine Rolle im Sinne einer Sensibilisierung (GROSZ und VOLK). Seit vielen Jahrhunderten ist die schädliche Wirkung des Lichtes bei Variola bekannt, was FINSSEN auf die kurzweilige Strahlung bezog, weshalb er ja zur Vermeidung der Suppuration Rotlichtbehandlung empfahl.

Schon WIDMARK machte die Erfahrung, daß Durchgang der Sonnenstrahlen durch eine dünne Wasserschicht das Erythem nicht hintanzuhalten vermochte, ebensowenig konnte dies HAMMER durch Einfetten mit Vaseline, Paraffin, Glycerin erreichen. Dagegen gelang ihnen dies in hohem Grade, wenn Chininum sulfuricum 5 bis 10% in irgend einem Vehikel auf die Haut aufgetragen wurde.

FINSSEN empfahl ein Franguladekokt in Ung. glycerini, UNNA kurkumafarbige Dextrinpasten, roten Bolus oder Ichthyol in Ung. caseini oder Gelanth bzw. braune, rote, gelbe Schleier. Letztere sind besonders im Sommer sehr unbequem, die bisher angeführten Medikamente entweder durch die Farbe auffallend oder für die Haut irritierend wie das Chininsulfat, welches nur bei Zugabe von etwas Schwefelsäure löslich ist. L. FREUND fand das Äskulin als 4%ige Glycerinsalbe wirksam; nach UNNAS Angaben wurde Zeozon (3%) und Ultrazeozon (7%) hergestellt, welche das Monoxyderivat und Dimethylaminderivat des Äskulins enthalten.

Genaue Absorptionsversuche von FREUND und FREUND und EDER durchgeführt, ergaben nun, daß für weißes Vaseline in 0,2 mm dicker Schicht die Strahlenabsorption erst bei 360 μ beginnt, bei 300 μ stark wird, für Lanolin und gelbes Vaseline noch etwas ungünstiger ist; Schweinefett, Glycerin sind wesentlich durchlässiger. Das 1- bis 2%ige Glycerinäskulin, 0,2 mm dick aufgetragen, hält Strahlen von 430 μ teilweise, von 390 μ vollkommen ab, hat jedoch eine durchlässige Partie zwischen 305 bis 220 μ , welche beim 4%igen Äskulinglycerin nicht vorhanden ist. Die Zeozonsalbe absorbiert schon blaue Strahlen, sehr stark solche mit 397 μ , noch etwas kräftiger wirkt das Ultrazeozon.

Als sehr gut schützend müssen wir also nach diesen Ergebnissen, was auch durch die Praxis bestätigt wird, das Zeozon, Ultrazeozon und 4%iges Äskulinglyzerin bezeichnen, während das 2%ige Äskulinglyzerin für gewöhnliches Sonnenlicht zwar ausreicht, bei stark ultraviolethaltigem Lichte wohl aber nicht zu verwenden wäre. Die Salben müssen, bevor sich der Patient der Belichtung aussetzt, mit dem Finger leicht eingerieben werden; sie sind gut abwaschbar und nicht zu auffallend.

Das Äskulin und dessen Derivate haben den Nachteil, daß sie verhältnismäßig teuer sind. EDER und FREUND fanden nun, daß die sulfosauren Salze des Naphthols, wenn sie alkalisch gemacht sind, eine außerordentlich starke Schirmwirkung für das gesamte Ultraviolett bis ins sichtbare Violett haben. Man kann das Präparat in verschiedenen Vehikeln aufnehmen, eventuell auch andere Medikamente zu therapeutischen Zwecken beifügen, schützend wirken schon 2- bis 4%ige Konzentrationen. Die im Handel erhältliche ANTILUX-Salbe wird von der Haut selbst bei längerem Gebrauche gut vertragen und kann mit Benzin leicht weggewischt werden. Natürlich kann als Vehikel bei nicht stark schwitzenden Personen auch Ung. Glycerini verwendet werden, wodurch der Fettglanz vermieden wird.

Von P. S. MEYER und S. AMSTER wurde der Lichtschutz durch Antilux auf seine gerbende Wirkung zurückgeführt. Diese Autoren fanden, daß eine intensive Bestreichung von Hautstellen mit 10%igem Taninalkohol der Haut Schutz gegen Quecksilberlicht verleihe und meinen, daß dies durch kolloidchemische Strukturänderungen der oberen Epidermiszellen bewirkt werde, welche in ähnlichem Sinne verlaufen wie bei der Gerbung. Die Tatsache als solche konnte von L. FREUND in neueren Untersuchungen bestätigt werden, nur ist dieser biologische Lichtschutz wesentlich geringer als der durch Abschirmung der schädigenden Lichtstrahlen durch Antiluxsalbe, für welche eine gerbende Wirkung kaum in Frage kommt. Damit wird aber auch eine Veränderung der Zellbiologie durch das naphthosulfosaure Natrium nicht herbeigeführt, die Anwendung der Schirmsalben erscheint FREUND einfacher und praktischer.

Es ist bekannt, daß die größten Gefahren für empfindliche Patienten die Frühjahrssonne bietet. Nach und nach gewöhnt sich die Haut wieder an die Strahlung und wird unempfindlicher. Diese Gewöhnung beruht nicht nur auf einer stärkeren Pigmentation, sondern wie PERTHES nach seinen sehr schönen Versuchen annahm, auf einer Immunitätsreaktion in der Epidermiszelle. HAUSMANN und VOLK glauben nach den Ergebnissen der Untersuchungen von LINSE und KROPATSCH, welche die PERTHESschen Untersuchungen weiterführten, auf eine Änderung der Zellbiologie schließen zu müssen, nicht aber auf eine Entstehung von Immunkörpern, also wenn man will, auf eine zelluläre Immunität im Sinne EHRLICHs. Wie dem auch sei — die Akten sind über diese Vorgänge keineswegs geschlossen. Wir können uns aber die sicherstehenden Tatsachen zunutze machen, indem wir die Haut an Licht gewöhnen. Es geschieht dies bei überempfindlichen Personen wohl am besten durch nach und nach steigende intensivere Bestrahlung mit künstlicher Höhen Sonne oder Kohlenbogenlicht während der Wintermonate, so daß die Reaktion auf die Frühjahrssonnenbestrahlung ausbleibt oder wesentlich geringer ausfällt.

Während die Lichttherapie heute schon Gemeingut der Ärzte geworden ist, hat die negative Lichttherapie noch wenig Eingang in die Praxis gefunden. Sie besteht darin, daß man alle aktinisch wirksamen Strahlen möglichst ausschaltet und nur die entzündungshemmenden Rotstrahlen zur Wirkung kommen

läßt. Man kann sich ein solches Zimmer dadurch herstellen, daß man die Fensterscheiben mit rotem Papier verklebt oder direkt rotes Glas einschneiden läßt, nur muß man sicher sein, daß dadurch wirklich das übrige Spektrum mit Ausnahme des Rot absorbiert wird. Auch durch Vorhängen der Fenster mit roten Vorhängen kann der gleiche Zweck erreicht werden. Zur lokalen Rotbelichtung kann eine von einem roten Glas oder rotem Papier umgebene Glühbirne oder kleine Solluxlampe verwendet werden. AHLWEDE empfiehlt das Rotlicht der Neonlampe, welche ein kaltes rotes Licht gibt.

Wir haben schon im Verlaufe unserer Auseinandersetzungen angeführt, daß manche Autoren Rotlicht bei Sklerodermie der Haut, beim Erysipel, empfehlen, auch beim Pemphigus. Akut entzündliche Veränderungen der Haut, die Dermatitis solaris, quarzlichtgereizte Haut wird mit Vorteil durch etwa eine Stunde dem Rotlicht ausgesetzt: Die Blasen trocknen rasch ein, die nässende Fläche wird innerhalb 24 Stunden trocken, die Haut kehrt unter Desquamation zur Norm zurück, wobei hervorgehoben wird, daß die Pigmentation ausbleibt. Pigmentationen (Epheliden, Vitis) sollen zurückgehen. Akute nässende Ekzeme bestrahlt AHLWEDE aus 15 cm Distanz zehn Minuten mit Neonrotlicht zu seiner vollsten Zufriedenheit, die Zeit kann auch verlängert werden.

Zuerst hat sich FINSEN bei der Variola von den ausgezeichneten Erfolgen der Rotlichtbehandlung überzeugen können. Ausgehend von der Erfahrung, daß im Dunkeln die Eiterung ausbleibt oder sehr gering ist, wie auch daß die stärksten Pusteln und Narben an den unbedeckten Körperstellen auftreten, konnte er nachweisen, daß es die chemisch wirksamen Strahlen sind, welche die Pustulation bedingen. Ausführlich wird über die Rotlichtbehandlung bei Variola von WÜRTZEN in diesem Buche gesprochen.

Erwähnt sei hier nur noch eine Beobachtung von SACK, welcher einen besonders schweren Verlauf von Varizellen gesehen hat bei einem Patienten, welcher drei Tage vorher mit Höhensonne belichtet worden war, während dessen jüngerer Bruder später nur an ganz leichten Varizellen erkrankte. REICHE konnte dagegen zeigen, daß bei schon erkrankten Kindern selbst stärkere Bestrahlungen keinen schädigenden Einfluß ausübten, auch bei infektionsgefährdeten bzw. bereits infizierten Kindern nahmen die Varizellen nach Höhensonnenbelichtung einen normalen Verlauf.

Literatur

ALEXANDRE, LUIS: Die Heliotherapie bei Hautepitheliomen. Zit. Cbl. f. H. u. G., Bd. XV, S. 428. — AHLWEDE, H. E.: Red light treatment. Arch. of dermatol. a. syphilol., Bd. 8, Nr. 4. — DERSELBE: A note of red light therapy. Urol. a. cut. review, Bd. 27, Nr. 12. — BACH, H.: Moorbäder und Quarzlichtbestrahlungen bei Enuresis nocturna. Zeitschr. f. phys. u. diät. Therap., Bd. XIX. — DERSELBE: Bestrahlung mit Quarzlampe „Künstliche Höhensonne“. Leipzig: K. KABITZSCH. 1925. — BARRIO DE MEDINA: Die Quarzlampe bei der örtlichen Alopecie-Behandlung. Zit. Cbl. f. H. u. G., Bd. 16, S. 200. — BECK: Zur Behandlung des Erysipels. Münch. med. Wochenschr., Nr. 25. 1916. — BEINHAEUER, L. G.: The ultra-violet rays on dermatology. Urol. a. cut. review, Bd. 28, Nr. 11. — DERSELBE: Urticaria solaris. Arch. of dermatol., Bd. 12, H. 1. — BENOIT, CH.: Traitement du lupus par les radiations infra-rouges et ultra-violettes associées. Bull. de la soc. franç. de dermatol., S. 374. 1922. — BERING, FR.: Über die Behandlung von Hautkrankheiten mit der KROMAYERSCHEN Quarzlampe. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 2. 1909. — BETTMANN: Lichen ruber planus. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 26, S. 831. 1917. — BIBERGEIL: Zur Behandlung der Alopec. areat. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 47. 1920. — BIRK und SCHALL: Strahlentherapie bei Kinderkrankheiten. URBAN & SCHWARZEN-

BERG. 1924. — BLASCHKO: Die Verwendung des Lichtes zur Behandlung von Hautleiden. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild., Nr. 10. 1913. — BLUMENTHAL, FR.: Strahlenbehandlung bei Hautkrankheiten. Berlin: S. KARGER. 1925. — BONSDORFF, A. V.: Einige Beobachtungen über die Bedeutung universeller Lichtbäder mit der Quarzlampe bei der Behandlung tuberkulöser Lymphome. Acta chir. scandinav., Bd. 58, H. 1/2. — BRANDWEINER: Künstliche Höhensonne bei Pemphigus vulg. Wien. klin. Wochenschr., Nr. 43. 1915. — DERSELBE: Lichttherapie des Lichen rub. plan. und der DARIERSchen Krankheit. Wien. dermatol. Ges., 16. Mai 1916. Zit. Strahlentherapie, Bd. VIII, S. 326. — BREIGER: Die Lichttherapie im Weltkrieg. Strahlentherapie, Bd. 8. — DERSELBE Lichtbehandlung bei Geschlechtskrankheiten. Münch. med. Wochenschr., Nr. 35. 1920. — BRUHNS, C.: Über Ekzembehandlung. Therapie d. Gegenw., Bd. 57. 1916. — BRÜNAUER, ST.: Zur Behandlung des Erysipels mit ultravioletttem Licht. Med. Klinik, Jahrg. 20, Nr. 29. — BUDDE, W.: Über die Behandlung mit künstlicher Höhensonne. Münch. med. Wochenschr., Nr. 41, S. 1123. 1918. — BUSCHKE: Notiz zur Behandlung der Vitiligo mit Licht. Med. Klinik. 1907. — DERSELBE: Über den Einfluß des Lichtes auf das Leukoderma syphil. usw. Dermatol. Zeitschr., H. 1/2. 1911. — CAPELLE: Erysipelbehandlung mit künstlicher Höhensonne. Zentralbl. f. Chir., Nr. 32. 1916. — CARL: Quarzlichtbehandlung des Erysipels. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 20. 1916. — CHARPY, P.: Les rayons ultra-violets en dermatologie. Bull. méd., Bd. 36, S. 73. — DERSELBE und CIVATTE: Botriomycome de la lèvre guéri par les rayons ultra-violets. Soc. d. dermat. Juin 1921. — CLAIR, F.: Cancer et Hélio-thérapie. Le Monde Médic., Jahrg. 36, S. 45. — CZEFA, A.: Zur Behandlung des Erysipels mit der Quarzlampe. Wien. klin. Wochenschr., Nr. 25. 1922. — DUKE, W. W.: Light sensitiveness. Radiology, Bd. 4, H. 4. — EHRMANN, S.: Über kombinierte Licht-As-Therapie bei Pityriasis lichen. chron. Dermatol. Zeitschr., Bd. 45, H. 1/2. — DERSELBE: Was ist die Neurodermitis der Dermatologen, ihre Beziehung zum Ekzem usw. Med. Klinik, Nr. 42. 1925. — FALK: Frühjahrsektzem. Ref. Cbl. f. H. u. G., XVIII, 5/6. — FINSSENS mediz. Lichtinstitut, Berichte aus. — FISCHER: Fall von Pigmentierung der Haut in Berlockeform. Cbl. f. H. u. G., XIV, S. 22. — FRANÇOIS, PAUL: De l'emploi des bains de lumière et arc voltaïque dans le traitement des tuberculeux ganglionnaires et ostéo-articulaires. Journ. belge de radiol., Bd. 13, S. 3. — FREI, W.: Lokale urtikarielle Hautreaktion auf Sonnenlicht. Arch. f. Dermatol., Bd. 149, S. 1. — FREUND, E.: Über bisher noch nicht beschriebene künstliche Hautverfärbungen. Dermatol. Wochenschr., Bd. 63, S. 931. — FREUND, L.: Lichtschädigungen der Haut und Lichtschutzmittel. Wien. klin. Wochenschr., S. 19. 1911. — DERSELBE und J. M. EDER: Ein neues Schutzmittel gegen Lichtschäden. Wien. klin. Wochenschr., Nr. 35, S. 681. — DERSELBE: Biologischer Lichtschutz oder Lichtabschirmung. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 49. 1925. — FRIED, A.: Kohlenbogenlichtbehandlung des Lupus und der chirurgischen Tuberkulose. Med. Klinik, Nr. 22. 1922. — GAUGELE: Zur Behandlung der Wundrose. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 15. 1917. — GERSON, DORA: Lichtbehandlung des Lupus, besonders über das Verfahren nach BESSUNGER. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 43. 1919. — GIMENO, V.: Resultate der FINSSEN-Therapie bei Lupus. Zit. Cbl. f. H. u. G., Bd. 12, S. 264. — GROEDEL und LOSSEN: Gefahren der Röntgenstrahlenbehandlung der chirurgischen und Hauttuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 18, H. 4. — HALBERSTÄDT, L.: Die Behandlung mit künstlichem Licht in der Dermatologie. Klin. Wochenschr., Jahrg. 2, Nr. 20. — DERSELBE und SIMONS: Über Steigerung der Röntgenstrahlenwirkung. Strahlentherapie, Bd. 15. — HAMBURGER, R.: Therap. Erfahrungen mit der Quecksilberquarzlampe bei Kindern. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 6. 1920. — HASEBROEK, K.: Über die Heilwirkung der Blaulichtbestrahlung bei äußeren Störungen speziell nach Kriegsverletzungen. Strahlentherapie, Bd. 7, S. 143. — HAUPTMANN: Wie können wir der Paralyse und Tabes vorbeugen? Klin. Wochenschr., Nr. 16, S. 695. 1926. — HAUSMANN, W.: Grundzüge der Lichtbiologie und Lichtpathologie. 8. Sonderband zur Strahlentherapie. — DERSELBE: Allgemeine Lichtbiologie und Lichtpathologie. MEYER: Lehrb. d. Strahlenther., Bd. 1. — HANTHAUSEN, H.: Fortgesetzte Versuche über die optischen Verhältnisse der Lupusknoten und deren Bedeutung für die FINSSEN-Behandlung. Strahlentherapie, 13,

S. 674. — HAZEN: The ultraviolet ray in the treatment of roentgen ray teleangiectasis. *Americ. journ. of roentgenol.*, S. 101. 1922. — HEIBERG, K. A. und S. LOMHOLT: Beitrag zur Kenntnis der Wirkungsweise der FINSSEN-Behandlung mit besonderer Berücksichtigung der Lupusrezidive. *Zit. Cbl. f. H. u. G.*, Bd. 15, S. 184. — DIESELBEN: *Acta radiol.*, Bd. I, Nr. 1. — HEINER, L.: Beiträge zur Strahlenempfindlichkeit der Haut bei Xeroderma pigmentosum. *Ref. Cbl. f. H. u. G.*, XVIII, 3/4. — HESSE, E.: Die Rolle des Lichtes in der Luestherapie. *Strahlentherapie*, Bd. 12. — HEUSER, CARLOS: Application of the ultraviolet light with quartzlamps to the perineum in skin affections. *Americ. journ. of roentgenol. and radium therapy*, Bd. 11, Nr. 2, S. 194, und Semena méd., Jahrg. 30, Nr. 22, S. 194. — HEUSNER: Zur Impfbehandlung der Furunkulose. *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 44. 1915. — DERSELBE: Zum zehnjährigen Jubiläum der Quarzlampe. *Strahlentherapie*, Bd. 7. — DERSELBE: Theoretische Bemerkungen zur Heliotherapie. *Dtsch. med. Wochenschr.*, Nr. 35. 1917. — HIRTZ, E. J.: Sensibilisation de la peau à l'action des rayons X. par l'héliothérapie. *Ref. Cbl.*, IV, S. 342. — HOFFMANN, E. und H. SCHMITZ: Über lineär und tropfenartig begrenzte Pigmentierung nach starker Besonnung und Anspritzen mit parfümiertem Spiritus (Kölnisch Wasser). *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 34. 1925. — HOFFNER, K.: Zwanzigjährige ärztliche Erfahrung über Luft- und Sonnenbäder. *Strahlentherapie*, Bd. 12. — HÜBNER, H.: Die Behandlung der Frostbeulen. *Dtsch. med. Wochenschr.*, Nr. 5, S. 200. 1926. — JACOBI: Salvarsan, — Hg- und Bi-resistente Lues maligna durch allgemeine Höhensonne abgeheilt. *Cbl. f. H. u. G.*, Bd. 19, H. 347. — JADASSOHN: Über die Behandlung der Hauttuberkulose. *Med. Klinik*, Nr. 29. 1913. — JANICHEWSKI: Traitement de la sclérodémie par les rayons ultra-violetts. *Presse méd.*, Jahrg. 33, Nr. 51. — JESIONEK, A.: Richtlinien der modernen Lichtbehandlung. *Strahlentherapie*, Bd. 7. — DERSELBE: Lichtbiologie und Lichtpathologie. *Prakt. Ergebn. auf dem Gebiete der Haut- und Geschlechtskrankheiten*. 1912. — DERSELBE: Lichtbiologie und Lichtpathologie. Wiesbaden: BERGMANN. 1911. — DERSELBE: Die Reizwirkungen des Lichtes und ihre therapeutischen Indikationen. *Strahlentherapie*, Bd. 16, H. 1. — JESIONEK, H. und St. ROTHMANN: Die physikalischen Behandlungsmethoden des Lupus vulg. *Klin. Wochenschr.*, Nr. 19. 1923. — JESSNER S.: Behandlung kosmetischer Hautleiden. Würzburg: K. KABITZSCH. — JOLLES: Die Strahlenbehandlung in der Dermatologie. *Nederlandsch tijdschr. v. geneesk.*, 65, 2. Hälfte, Nr. 18. — JOST: Behandlung der Frostbeulen mit Hg-Quarzlicht. *Schweiz. med. Wochenschr.*, Nr. 52. 1920. — JUNGEMANN, A.: Prognose und Therapie der Hauttuberkulose. *Strahlentherapie*, Bd. 1. — DERSELBE: Leitsätze zur Lupusbehandlung. *Strahlentherapie*, Bd. 4. — KAUTZ, FR.: Kontraindikationen bei Bestrahlungen mit künstlicher Höhensonne. *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 28. 1918. — KELLER, PH.: Erythemdosimeter zur Dosierung ultra-violetter Strahlen. *Strahlentherapie*, Bd. 17. — DERSELBE: Über die Wirkung des ultra-violetten Lichtes auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung. *Strahlentherapie*, Bd. 17. — KISSMEYER, A.: L'acné traité par la lumière non concentrée de l'arc de charbon. *Acta dermatovenerol.*, Bd. 3, 3/4. — KITAGAWA: A case of ekzema solare. *Ref. Cbl. f. H. u. G.*, XVIII, S. 385. — KLAPP: Über Erysipelbehandlung mit künstlicher Höhensonne. *Zentralbl. f. Chir.*, Nr. 41. 1916. — KÖNIG: Behandlung des Erysipels mit der Quarzlampebestrahlung. *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 48. 1916. — KROMAYER: Röntgen- und Lichtbehandlung zur Heilung von Schußverletzungen. *Dtsch. med. Wochenschr.*, Nr. 46. 1914. — DERSELBE: Ärztliche Kosmetik der Haut. Leipzig: G. THIEME. 1913. — KROPATSCH: Behandlung mit FINSSEN-Licht ohne Druckapparat. *Strahlentherapie*, Bd. 21. — KUZNETSKY: Über eine besondere Abheilungsform der Alopecia areata. *Berlin. klin. Wochenschr.*, Nr. 9. 1915. — DERSELBE: Bemerkungen zur Lupusbehandlung. *Strahlentherapie*, Bd. 4. — LANE, C. G.: Newer physiology of the skin. with special reference of the action of u.-v. light. *Arch. of dermatol. a. syphilol.*, Bd. 9, S. 176. — LAQUEUR, A.: Über Lichttherapie bei Kriegsverletzungen. *Strahlentherapie*, Bd. 7. — DERSELBE: Die Höhensonne im Dienste des praktischen Arztes. *Zeitschr. f. ärztl. Fortbild.*, 23/24. 1920. — LEDERMANN, K. G.: Berloque Dermatitis. *Cbl. f. H. u. G.*, XVIII, S. 758. — DERSELBE: Typischer Fall von Darier. *Ref. Cbl. f. H. u. G.*, XVIII, S. 827. — LEVY, M.: Helio-

therapie in der Großstadt. Strahlentherapie, Bd. 11. — LINSER, K. und A. KROPATSCH: Sensibilisation und Desensibilisation der Haut gegen ultraviolettes Licht. Strahlentherapie, 22, S. 514. — LINSER, P.: Über die Behandlung der Psoriasis mit ultraviolettem Licht. Med. Klinik, Nr. 27. 1915. — LOMHOLT, SVEND: Behandlung des Xanthelasma palpebrarum mit konzentriertem Kohlenbogenlicht. Cbl. f. H. u. G., Bd. X, S. 153/154. — DERSELBE: Treatment of chronic eczema with concentrated carbon arc light (FINSSEN). Brit. journ. of dermatol., Bd. 35, S. 45. Acta dermatovenereol., Bd. 3, H. 3/4. — LÜTH, W.: Indikationen für KROMAYERS medizinische Quarzlampe. Med. Klinik, S. 1872. 1908. — MAC ARTHUR, L. S.: Injurious influence of the use of the u.-v. ray on old X ray burns. Ref. Cbl. f. H. u. G., XVIII, S. 842. — MARCHIONINI, A.: Unsere Erfahrungen mit der künstlichen Höhensonne bei Anwendung der JESONEKSschen Hängelampe. Fortschr. d. Med., Jahrg. 42, Nr. 20. — MARGAROT, J. und P. DEVÈZE: Aspect de quelques dermatoses en lumière ultraviolette. Bull. de la soc. d. scienc. méd. et biol. de Montpellier, etc., Jahrg. 6, H. 8, S. 375. Zit. Cbl. f. H. u. G., Bd. 19, S. 385. — MARTENSTEIN, H.: Experimentelle Untersuchungen bei Hydroa vacciniforme. Arch. f. Dermatol., Bd. 140, S. 300. — DERSELBE: Experimentelle Untersuchungen über Strahlenempfindlichkeit bei Xeroderma pigmentosum. Arch. f. Dermatol., Bd. 147, H. 3. — MAYER, E.: Artificial light therapy in tuberculosis. Journ. of the Americ. med. assoc., Bd. 82, 24. — MEYER, FRITZ M.: Die Behandlung des Haarausfalles mit Quarzlicht. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 41. 1918. — DERSELBE: Ein durch Quarzlicht geheilter Fall von schwerer Nageleriterung. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 18. 1918. — DERSELBE: Über den Einfluß der Röntgen- und Quarzlichtbestrahlungen auf einige Erkrankungen der Sexualorgane. Zeitschr. f. Urol., Bd. 15. 1921. — MEYER, P. S.: Gewöhnung vitiliginöser Hautstellen an ultra-violettes Licht und andere Reize. Arch. f. Dermatol., Bd. 147, S. 238. — DERSELBE und AMSTER: Über Lichtschutz, insbesondere die lichtschützende Wirkung des Tannins. Klin. Wochenschr., Jahrg. 4, Nr. 19. — MEYER, J. und SAIDMANN: Applications de la lumière au diagnostic dermatologique. Bull. de la soc. franç. de dermatol., Jahrg. 32, Nr. 8. — MIRAMOND DE LA ROQUETTE: Hélio-thérapie des radiodermites. Journ. de radiol. et d'électrother., Bd. 5, Nr. 11. — MOSSE, K.: Behandlung des neurogenen Ekzems mit Höhensonne. Dtsch. med. Wochenschr., Jahrg. 50, Nr. 51. — MÜLLER, JUL.: Zur Therapie der Pernionen mit der Uviollampe. Dermatol. Zeitschr., Bd. 29. 1920. — MÜLLER, O.: Die Behandlung des tropischen Ringwurmes (Dhobbys itch). Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., Bd. 21, 6. — DERSELBE: Die Behandlung des Erysipels mit Rotlichtbestrahlung. Münch. med. Wochenschr., Nr. 11. 1917. — NAGELSCHMIDT, FR.: Die Lichtbehandlung des Haarausfalles. Berlin: J. SPRINGER. 1922. — NOGIER, TH.: L'utilisation de la lumière de Wood pour le diagnostic des lésions et des éruptions cutanées. Arch. d'électr. méd., Jahrg. 33, S. 184. — NONNENBRUCH, W.: Über Erysipelbehandlung. Münch. med. Wochenschr., Nr. 7. 1919. — OECONOMOS: Contribution à l'hélio-thérapie des brûlures. Ref. Cbl. f. H. u. G., Bd. 18, S. 843. — OLIVER, E. L.: Quartz light therapy in skin diseases. Journ. of the Americ. med. assoc., Bd. 79, S. 625. — PACINI: Ultra-violet energy in the therapy of X ray dermatoses. Americ. journ. of electrotherapeut. a. radiol. 1922. — PERTHES, G.: Über Strahlenimmunität. Münch. med. Wochenschr., Nr. 38. 1924. — PÉTENYI: Über die Quarzlampenlichtbehandlung des Säuglingserysipels. Monatsschr. f. Kinderheilk., Bd. 21, 3. 1921. — PITCHER, H. F.: Phototherapy in the benign diseases of the skin. Americ. journ. of electrotherapeut., Bd. 39, 4. — RASCH, C.: Effect of the sun's light on a syphilitic eruption. Brit. journ. of dermatol. a. syphilol., Bd. 33, H. 2. — RASERO, R.: Der Einfluß der ultravioletten Strahlen auf den Vernarbungsprozeß von Geschwüren und Wunden. Rif. med., 38, S. 772. — RAVAUT, P., BASCH und LAMBLING: De l'action combinée de la photothérapie et de la chimiothérapie dans la syphilis. Ann. de dermatol., t. VI. 1925. — REICHE: Varizellen und ultra-violette Strahlen. Münch. med. Wochenschr., Nr. 12. 1923. — REYN, A.: Über die Anwendung des künstlichen chemischen Lichtbades bei Lupus vulg. Dermatol. Wochenschr., 63, Nr. 45. — DERSELBE: Artificial light treatment. Lancet, Bd. 205, Nr. 10. — DERSELBE: Discussion on the artificial light treatment of lupus and other forms of tuberculosis. Brit. med. journ., Nr. 3273, S. 499. — DERSELBE: Röntgen- und Lichtbehand-

lung tuberkulöser Lymphome. Strahlentherapie, Bd. 19, H. 2. — RIES, JUL. v.: Die Beeinflussung der Narbenbildung. Wiener klin. Wochenschr., 35, S. 702. — ROLLIER, A.: Die Heliotherapie der Tuberkulose mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen. Berlin: J. SPRINGER. 1924. — ROSENTHAL, FR.: Hauterkrankung in Berloqueform. Cbl. f. H. u. G., XIII, S. 322. — ROST: Über die Höhen Sonnenbehandlung des Lupus und anderer tuberkulöser Erkrankungen der Haut. Dtsch. med. Wochenschr., 39, 1915. — DERSELBE: Über die kombinierte Strahlenbehandlung der Tuberkulose vom Standpunkte der Dermatologen. Dtsch. med. Wochenschr., 27, 1918. — DERSELBE: Die Behandlung der Hauttuberkulose. Strahlentherapie, Bd. 13. — ROTHMANN, ST.: Untersuchungen über Xeroderma pigmentosum. Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, 144, H. 3. — RUEGENBERG: Zwei weitere Fälle von Pigmentierung nach Sonnenbestrahlung und Anwendung spirituösen Parfüms. Münch. med. Wochenschr., Nr. 37, S. 1582. 1925. — RULISON: Adenoma sebaceum treated with the KROMAYER lamp. Arch. of dermatol. a. syphilol., 6, S. 245. — SACK, A.: Varizellen und ultra-violette Strahlen. Münch. med. Wochenschr., 69, S. 591. — SAMPSON: Ultraviolet and X ray as physiologic complements in therapeutics etc. Americ. journ. of roentgenol., S. 570. 1922. — SCHENK-POPP, HEDW.: Künstliche Höhensonne bei Erysipel und anderen Infektionen des Kindesalters. Münch. med. Wochenschr., Nr. 21, 1919. — SCHERBER, G.: Die therapeutische Anwendung der künstlichen Höhensonne in der Dermatologie. Arch. f. Dermatol., Bd. 123, S. 843. — DERSELBE: Weitere Mitteilungen über die Anwendung der künstlichen Höhensonne etc. Wien. med. Wochenschr., Nr. 6, 1925. — SCHINDLER: Die Behandlung von Dermatosen mit Quarzbestrahlungen bei gleichzeitiger Einwirkung von 5%igem Arg. nitr. Spirit. (70%). Dtsch. med. Wochenschr., 5, 1920. — SCHLATTER, C.: Die Behandlung der Furunkel und Karbunkel. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 20, 1918. — SCHOLTZ: Die Behandlung des Lupus. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild., Nr. 10, 1913. — SCHRÖTTER, H. v.: Zur Frage der Heliotherapie an der Seeküste. Wien. klin. Wochenschrift, Nr. 20, 1914. — SCHÜLER, TH.: Zur Schleimhautbehandlung mit den STREBEL-SCHÜLERSchen Quarzansätzen. Zeitschr. f. med. Elektrol. u. Röntg.-Kunde, H. 7, 1907. — SCHWEIG, J.: Kohlenbogenlichtbehandlung des Lupus vulgaris der Haut und Schleimhaut. Wien. dermatol. Ges., Sitzg. v. 9. Juni 1921. — SEQUEIRA, J. H.: Die FINSEN-Lichtbehandlung am London Hospital 1900 bis 1913. Strahlentherapie, Bd. 3. — DERSELBE: Artificial light baths in the treatment of tuberculosis. Brit. journ. of tubercul., Bd. 18, 3. — DERSELBE: Discussion on radiotherapeutics in dermatology. Brit. med. journ., 3325, S. 512 bis 517. — SJÖVALL, S.: Bemerkungen zur Behandlung des Erysipels mit 10% Höllensteinspiritus. Zit. Cbl. f. H. u. G., II, 516. — SPIETHOFF, B.: Der Einfluß ultra-violetter Strahlen auf Symptome der Syphilis. Dermatol. Zeitschr., Bd. 17, H. 1/2. — SPITZER, L.: Über die Anwendung des Kohlenbogenlichtbades bei primären und sekundären Tuberkulosen der Haut. Münch. med. Wochenschr., Nr. 44, 1916. — STEIN, R. O.: Hauterkrankung in Berlockform. Cbl. f. H. u. G., XVIII, S. 520. — STÜMPKE, G.: Die medizinische Quarzlampe. Berlin: HERMANN MEUSSER. — DERSELBE: Über therapeutische Erfolge mit der Quarzlampe. Münch. med. Wochenschr., Nr. 47, 1915. — SWARTZ, J. H.: The use of the quartz lamp in psoriasis. Boston med. a. surg. journ., 193, Nr. 9. — TAKAHASHI, S. und T. TAKIMURA: On action of the ultraviolet light upon trichophytosis and trichophyton. Zit. Cbl. f. H. u. G., X, S. 153. — THEDERING: Die Strahlenempfindlichkeit der Haarkerkrankheiten. Praxis, Jahrg. 12, Nr. 33. — DERSELBE: Über die wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen natürlicher und künstlicher Sonnenbehandlung. Zeitschr. f. ärztl. Fortbild., Jahrg. 21, Nr. 18. — DERSELBE: Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Medizin. 6. Aufl. Berlin. 1923. — THOMSON, C.: Some details of technic of actinotherapy in dermatology. Americ. journ. of electrotherapeut., Bd. 41, Nr. 7. — TOOMEY, N.: The treatment of lichen planus. Urol. a. cut. review, Bd. 29, Nr. 5. — TORRACA, LUIGI: L'importanza della pigmentazione cutanea per la guarigione della ferite esposte al sole. Cbl. f. H. u. G., Bd. 15, S. 426. — UHLMANN, E.: Pigmentbildung bei Vitiligo. Med. Klin. 1927. Nr. 8. — UNNA: in BLOCH: Praxis der Hautkrankheiten. 1890. — DERSELBE: Über einen neuen farblosen Schutz gegen unerwünschte Wirkungen des Sonnen-

lichtes auf die Haut. Med. Klinik, Nr. 12. 1911. — VAIANO, D.: Le lampade a vapore di mercurio in dermatologia. Actinoterapia, Bd. 4, H. 4. — VALLET, E.: Behandlung der Warzen mit konzentriertem Sonnenlicht. ref. Strahlentherapie. Bd. 8, S. 725. — VERHOEFF, F. H.: Ultraviolet light as a germicidal agent. The Journ. of the Americ. med. assoc., S. 762. 1914. — VOGT: Über normale und krankhafte Wirkungen des Lichtes auf das Auge. Zürich. 1924. — VOLK, R.: Die Therapie der Hauttuberkulose. LOEWENSTEINS Handbuch der gesamten Tuberkulose-therapie. Wien: URBAN u. SCHWARZENBERG. — DERSELBE: Der augenblickliche Stand der Lupusbehandlung. Die extrapulmonale Tuberkulose, H. 3. 1925. — WEISS, H.: Zwei weitere mit Kupfer und Quarzlampe geheilte Fälle von Ulcus rodens. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 29. 1914. — WEISER, M.: Heliotherapie im Tieflande. Strahlentherapie, Bd. 11. — WELTRING, B.: Anwendung der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne“ in der Kinderheilkunde. Med. Klinik, Nr. 15. 1924. — WILLIAMS: Keloids following KROMAYER light treatment. Arch. of dermatol. a. syphilol., Bd. 5, Nr. 4. — WITTER, C. B.: The actinic ray. Streptococci dermatopathies. Zit. Cbl. f. H. u. G., Bd. 16, S. 191.

Lichttherapie des Auges

Von

Josef Urbanek-Wien

Mit 5 Abbildungen

Das Licht stellt für Mensch und Tier keine Lebensnotwendigkeit im Sinne von Sein und Nichtsein dar (W. HAUSMANN). In bezug auf das Auge hat dieser Satz keine allgemeine Gültigkeit. Das Auge ist ein Produkt des Sonnenlichtes, unter dessen Einfluß es sich im Verlaufe der Stammesgeschichte entwickelt hat.

Daß sich der tierische Organismus auch bei Ausschluß des Lichtes entwickeln kann und daß diese Lebewesen durch Generationen hindurch diesen Lichtausschluß zu ertragen vermögen, davon geben uns die Höhlentiere den besten Beweis (Maulwurf, Grottenolm). Bei diesen Tieren ist aber das Auge infolge ihres jahrtausendelangen Aufenthaltes in lichtfreien Räumen verkümmert.

P. KAMMERER konnte den Nachweis erbringen, daß bei Höhlentieren das Sehorgan unter dem Einflusse des Lichtes sich wieder bis zu einer gewissen Höhe zu entwickeln vermag.

Er brachte zuerst neugeborene Grottenolme ins Tageslicht. Die jungen Tiere haben noch relativ besser entwickelte Augen als die Erwachsenen. Da aber die dunkel gehaltenen Tiere, die auch sonst vollständig pigmentlos sind, ins Licht gebracht, eine beträchtliche Pigmentanreicherung der Haut bekommen, blieb anfänglich der erzielte Erfolg an den Augen unsichtbar. Die über das Auge ziehende Haut hatte sich ebenfalls stark pigmentiert und das Auge blieb praktisch blind, obwohl histologisch eine weitere Entwicklung des Auges von seinem embryonalen Zustande zu einem Larvalen, auf dem sich ja das ganze Tier befindet (Urodelenlarve), festgestellt werden konnte. Insbesondere ist das kolossale Wachstum der Linse, die Entwicklung der Netzhaut und des Glaskörpers und damit eine Gesamtvergrößerung des ganzen Auges zu verzeichnen. KAMMERER bestrahlte die Tiere jahrelang, zuerst mit Tageslicht allein, wobei allerdings die störende Gesamtpigmentierung des Tieres auftrat, später abwechselnd mit rotem Licht — das für die Pigmentbildung unwirksam ist — und mit Tageslicht. Er konnte ferner auch bei Lichttieren dieser Gattung die Regeneration von zum Teil abgetragenen Augen beobachten, die bei dunkel gehaltenen Tieren ausgeblieben ist.

F. MEGUSAR sah ähnliche Regenerationsvorgänge als Folge des Lichteinflusses beim Höhlenflohkrebs (Niphargus), der statt der Augen nur mehr ein Ganglion opticum besitzt. Nach Lichtbestrahlungen bildeten sich an den Stellen des Kopfes, wo die Augen sein sollten, gelblich-braune Pigmentfleckchen.

Das menschliche Auge hat sich unter dem Lichteinfluß entwickelt und der ständige Reiz des Lichtes ist auch fernerhin für die Erhaltung desselben notwendig, wenn auch das einzelne Individuum ohne Licht vielleicht sein ganzes Leben lang zubringen könnte, ohne irgend eine Schädigung des Sehorganes zu erleiden. Sichere Schädigungen des Auges bei Lichtentzug, unter dem die Arbeiter

in der Photoindustrie jahrelang stehen, sind bisher nicht beobachtet worden. Hingegen ist eine Reihe anderer anscheinend nicht weitgehender Allgemeinschädigungen durch dauernden Lichtentzug beim Menschen beobachtet worden.

L. PINCUSSEN bringt den vielfach bei der großstädtischen Bevölkerung beobachteten Menschentypus, hochaufgeschossen, blaß, schwächlich mit dem Lichtmangel in der Großstadt in Zusammenhang. Andererseits ist auf Grund zahlreicher experimenteller Arbeiten, insbesondere von J. LOEB und F. GROPP darauf hingewiesen worden, daß die Entwicklung der Säugetiere im Dunkel genau so abläuft, wie unter Sonnenbestrahlung ohne irgend eine Schädigung.

W. HAUSMANN faßt die Ergebnisse der diesbezüglichen Forschungen dahin zusammen, daß dauernder Lichtabschluß vom Menschen und den Tieren sicher durch wenigstens ein Lebensalter ihrer Art ertragen wird.

Die andere Frage ist die, ob eine dauernde Einwirkung des Sonnenlichtes, dem die überwiegende Mehrzahl aller Lebewesen durch den größten Teil ihres Lebens ausgesetzt ist, nicht zu Schädigungen des gesamten Organismus oder einzelner Organe des Individuums führen kann.

Am Auge kommen unter besonderen Bedingungen Schädigungen durch Licht wohl zustande. „Fast alle Reize physikalischer oder chemischer Natur, die unter physiologischen Bedingungen bei dem ungestörten Ablaufe der Lebensfunktionen mitwirken, vermögen unter gewissen Umständen Schädigungen derselben Lebensvorgänge herbeizuführen, die sonst unter ihrem Einflusse einen ungestörten Fortgang nehmen.“

Dies kann hauptsächlich unter zweierlei Voraussetzungen eintreten. Im ersten Falle kann sich ein Reiz qualitativ oder quantitativ derart verändern, daß er nunmehr über das Maß des Physiologischen hinausgeht. Der zweite Fall ist dann gegeben, wenn ein Reiz, der an sich, nach seiner Qualität und Quantität innerhalb physiologischer Grenzen liegt, auf Lebewesen einwirkt, die sich ihm gegenüber empfindlicher verhalten, als dies gewöhnlich der Fall ist. Eine derart gesteigerte Empfindlichkeit kann auch in der Art des betreffenden Lebewesens begründet sein.

Physikalische und chemische Reize, die unter den eben erörterten Voraussetzungen die schwersten Störungen verursachen, können unter entsprechenden Bedingungen auch heilende Wirkungen entfalten. Auch dies ist bei der Wirkung der Lichtstrahlen der Fall.“

Will man das Licht therapeutisch verwenden, so muß man sich vor allem vor Augen halten, daß es verschiedene Wirkungsgebiete des Lichtes gibt: das eine, welches die vitalen Vorgänge in der lebenden Substanz beschleunigt, und ein anderes, welches destruirend auf die lebende Substanz wirkt. Zu letzterem gehören vor allem die Strahlen von $\lambda = 300 \mu\mu$ an abwärts. Will man nun krankhaftes Gewebe oder Bakterien im Auge zerstören, dann muß man ein an diesen Strahlen besonders reiches Licht verwenden, z. B. das Quarzlicht. Will man die vitalen Prozesse beschleunigen, dann eignet sich besser das Licht der offenen Kohlenbogenlampe, das die destruirend wirkenden Strahlen in einem viel geringeren Maße enthält. Allerdings sind diese Richtlinien nur insofern anzuwenden, solange wir nicht ein objektives Maß für chemischen Effekt der künstlichen Lichtquellen haben und ohne Sensibilisatoren arbeiten. Da die Lichtwirkung unter anderem von der Absorption abhängig ist, so ist es klar, daß wir mit dem Lichte verschiedener Wellenlänge ein und dieselbe Wirkung erzielen können, wenn wir die Absorptionsdifferenz ausgleichen. Wir können erst dann — unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die Absorption von kurzwelligem und sichtbarem Spektralbezirke im allgemeinen mit der Größe der Wellenlänge

abnimmt — die Wirkung verschiedenen Lichtes beurteilen, wenn wir objektive Messungen über die Intensitäten des einzelnen Wellenbereiches gemacht haben.

PASSOW hat für das Auge gezeigt, daß der chemische Effekt einer Lichtquelle abhängig ist von der Lichtmenge (M). Diese ist das Produkt der Intensität (i) am gegebenen Ort und der Belichtungszeit (t). $M = i \times t$.

Nach BERING und MEYER ist der chemische Effekt proportional der biologischen Wirkung des Lichtes. Hat dieses Gesetz auch für das lebende Auge seine Gültigkeit, so muß der Effekt auf das Auge abhängig sein von der Lichtmenge M und nicht nur, wie HERTEL angenommen hat, von der Intensität i . Mittels der Photometrie und des Tierexperimentes (Kaninchenhornhaut) konnte PASSOW ermitteln:

1. Daß das für die chemische Wirkung des Lichtes gültige Gesetz $M = i \times t$ (Lichtmenge = Intensität \times Zeit) auch für das Auge seine Gültigkeit hat.

2. Daß das Produkt aus Intensität und Belichtungszeit zur Erzeugung derselben Veränderung an der Kaninchenhornhaut konstant ist.

Hieraus läßt sich für jede beliebige Entfernung die entsprechende Belichtungszeit berechnen, um mit einem konstanten Lichte dieselbe Wirkung zu erzielen. Wir lernen daraus, daß es nicht unbedingt notwendig ist, die gefürchteten destruirenden Strahlen einer Lichtquelle abzufiltern, weil sie schädlich sind, sondern es liegt in der Hand des Therapeuten, die richtige Dosierung und den richtigen Modus für die notwendige Zerstörung oder die gewünschte Zellreizung zu finden.

Bevor wir auf die therapeutische Verwendung, hauptsächlich der künstlichen Lichtquellen bei den verschiedenen Krankheiten des Auges eingehen, müssen wir erst die Schädigungen und die klinischen Bilder derjenigen schädigenden Strahlen besprechen, denen wir in der Himmelsstrahlung notwendigerweise während unseres Lebens ausgesetzt sind.

Vorher soll noch kurz auf die photodynamischen Wirkungen hingewiesen werden, insoferne dies für die Lichttherapie der Augen in Betracht kommt.

A. PASSOW und W. RIMPAU haben die photodynamische Wirkung verschiedener Lichtstrahlen bei einer Anzahl von Bakterien unter Zusatz von verschiedenen Farbstoffen geprüft und hieraus wichtige Schlüsse für die Augenheilkunde gezogen.

PASSOW ließ rein spektrales Licht unmittelbar auf Staphylokokken einwirken, die auf Agar frisch überimpft waren. Bei 90 Minuten Bestrahlung hatten nur die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen abtötende Wirkung. Durch Zusatz von fluoreszierenden Farbstoffen, besonders Rose bengale, konnten alle Strahlen außer den roten und ultraroten bei genügend langer Belichtung wirksam gemacht werden. Die Verfasser untersuchten 25 verschiedene Bakterienkulturen bei Spektrallicht. Alle geprüften Keime waren auch ohne Farbzusatz gegen die ultravioletten Strahlen sehr empfindlich. Photodynamisch verhielten sie sich verschieden. Die grampositiven waren erheblich empfindlicher, am stärksten mit Zusatz von Rose bengale im Grün, dann im Grüngelb, Gelb und Blau. Die meisten gramnegativen waren beträchtlich widerstandsfähiger. Außerdem gab es Stämme, die eine Mittelstellung einnahmen (Meningokokken, Pyocyaneus, Bacillus pneumoniae). Ferner fanden sie, daß nicht fluoreszierende Farbstoffe ebenso wirksam sein können wie fluoreszierende und daß es gelingt, durch Zusatz von Jodpräparaten Photodynamie auszulösen oder zu verstärken. Außerdem stellten sie fest, welche Farbstoffe zur Erzeugung der photodynamischen Wirkung mit bestimmten Lichtstrahlen am geeignetsten sind. Für eine Lichtwirkung der roten und gelben Strahlen sind am besten das Methylenblau, der gelben und grünen Strahlen Rose bengale, der blauen und violetten Strahlen das Dijoddehydroindigonatriumbisulfit. Die photodynamische Wirkung ist durch einen Absorptionsvorgang veranlaßt. Bei der spektroskopischen Prüfung der photodynamischen Stoffe absorbierten Eosin, Rose bengale, Rhodanin, Methylenblau,

Gentianaviolett außerordentlich viel Licht. Das Wesen des photodynamischen Vorgangs läßt sich als ein Zusammenspiel zwischen Bakterium, Farbstoff und Lichtstrahl auffassen; rein physikalisch betrachtet könnte man daran denken, daß sich die absorbierte Lichtmenge in molekulare Wärme umsetzt, wodurch die Bakterien zugrunde gehen.

In weiteren Versuchen hat Passow im Anschluß an die Untersuchungen über photodynamische Wirkungen auf Bakterien durch Steigerung der Intensität der spektralen Strahlen des Kohlenbogenlichtes durch Zentrieren der gelben, grünen und blauen Strahlen auf Coli- und Staphylokokken auf Agarplatten, sowie durch systematische Prüfung einer großen Reihe von Farbstoffen bei verschiedenen Verdünnungsgraden nachgewiesen:

1. Daß die bisher als unwirksam geltenden Stoffe, insbesondere die Triphenylmethanfarbstoffe photodynamisch wirksam sind;

2. daß die photodynamische Wirkung der für die Bakterien wenig giftigen Halogenverbindungen des Fluoreszeins bei schwacher Verdünnung sich schneller vollzieht als bei den übrigen Farbstoffen, da diese wegen ihrer Giftigkeit erst bei stärkeren Verdünnungen angewendet werden können; dem Verdünnungsgrad nach gemessen, sensibilisiert die Mehrzahl der zyklischen Indamin- und Triphenylmethanfarbstoffe bei gleicher Belichtungszeit sogar weit besser als die Fluoreszeine;

3. daß die photodynamische Wirkung um so schneller eintritt, je konzentrierter die Lösung ist;

4. daß eine Abhängigkeit dieser Wirkung von der Dunkelwirkung eines Stoffes jedoch nicht besteht, so daß die Photodynamie nicht durch eine einfache Summation der Bakterien durch Farbstoff und Licht erklärt werden kann;

5. daß die Fluoreszenz zum Zustandekommen der photodynamischen Wirkung unwesentlich ist, da fluoreszierende Azofarbstoffe ebenso wenig wirksam sind wie nichtfluoreszierende, und die nichtfluoreszierenden Triphenylmethanfarbstoffe starke Wirkung zeigen;

6. daß bei schlechter Absorptionsfähigkeit eines Stoffes für die entsprechende Strahlung und schlechter Färbbarkeit der Bakterien (Azofarbstoffe) keine, bei guter Absorptionsfähigkeit (Fluoreszeine) oder guter Vitalfärbung (Triphenylmethanfarbstoffe) photodynamische Wirkung auftritt. Da zudem diese Wirkung durch Zusatz von Jodpräparaten verstärkt oder ausgelöst werden kann, stellt die photodynamische Erscheinung einen an die Zelle gebundenen Absorptionsvorgang dar, bei dem chemische Einflüsse begünstigend wirken können.

Die praktische Bedeutung dieser photodynamischen Erscheinungen für die Augenheilkunde scheint darin zu liegen, daß langwellige Strahlen benutzt werden können, die tiefer in das Gewebe eindringen als kurzwellige, und somit tief in der Hornhaut oder sogar hinter der Hornhaut befindliche Keime schon nach kurzer Belichtungszeit abgetötet werden, ohne daß eine Gefahr der Lichtschädigung für das Auge bestehen würde. Versuche mit verschiedenen Farbstoffen auch nach Vorschalten eines Mediums, das die ultravioletten Strahlen absorbiert, z. B. der tierischen Hornhaut, ergaben, daß sich von den Farbstoffen das Rose bengale für praktische Zwecke am besten eignet, zumal es in 1 bis 2%iger Lösung ungiftig für das Auge ist und durch die Hornhaut gut diffundiert. Nach Einspritzen einer mit Rose bengale versetzten Staphylokokkenaufschwemmung in die Vorderkammer lebender Kaninchen wurde nachgewiesen, daß das Punktat schon nach einer Minute langer Belichtung mit gleichmäßig auf die Hornhaut zentriertem FINSSEN-Licht steril war und keine Vereiterung der Vorderkammer eintrat, während nach Einspritzen einer Bakterienaufschwemmung ohne Rose-bengale-Zusatz, auch nach fünf Minuten langer Bestrahlung keine Keimverminderung nachweisbar war. Hieraus ergibt sich, daß bei geringer Lichtmenge die langwelligen Strahlen nach Sensibilisierung der Bakterien mit Rose bengale durch die Kaninchenhornhaut stark bakterizid wirken.

Bei dem großen Interesse, welches die pathologischen Veränderungen des Auges durch Licht für die Augenheilkunde darbieten, sind die Absorptionsverhältnisse der Augenmedien, insbesondere für das kurzwellige Licht genau studiert worden. Die Penetrationskraft der verschiedenen Lichtstrahlen durch das menschliche Gewebe überhaupt ist in einer großen Reihe von Arbeiten festgelegt worden. Die Absorptionsverhältnisse am Auge wurden insbesondere von HESS und LINDAHL geprüft. Nach LINDAHL beginnt das Absorptionsgebiet der Tränenflüssigkeit bei $302\mu\mu$, erreicht den maximalen Wert bei $280\mu\mu$, sinkt dann bei $253\mu\mu$ zu einem Minimum und zeigt wieder einen Anstieg bei $246\mu\mu$. Die Absorption ist hauptsächlich den Stoffen des Sekretes zuzuschreiben, die bei der Ausfällung des Eiweißes aus der Tränenflüssigkeit durch Essigsäurezusatz und Erwärmen gefällt werden.

Die Hornhaut hält nach den Untersuchungen von HERTEL die Strahlen unter $300\mu\mu$ vollkommen zurück. Die tiefer gelegenen Augenanteile werden demnach von Strahlen geringerer Wellenlänge überhaupt nicht getroffen. HERTEL zeigte, daß Bakterien, die er im Quarkammerchen hinter der Hornhaut in die vordere Augenkammer brachte, bei Bestrahlung des Auges mit Licht der Wellenlängen von $232\mu\mu$ und $280\mu\mu$ unversehrt blieben, während die Hornhaut selbst geschädigt wurde. Strahlen von $383\mu\mu$ töteten die Bakterien, doch wurden auch sie von der Hornhaut noch in erheblicher Menge zurückgehalten, wie die Schädigung der Kornea zeigte. Strahlen von $448\mu\mu$ Wellenlänge wurden von der Hornhaut nur mehr in geringem Grade absorbiert. SCHANZ und STOCKHAUSEN haben für die Hornhaut dieselben Absorptionswerte gefunden wie HERTEL. Nach PARSON werden alle Strahlen unter $295\mu\mu$ von der Hornhaut total absorbiert. Die Strahlen von 295 bis $400\mu\mu$ durchdringen also nach diesem Autor die vorderen Augenmedien und werden von der Linse vollständig absorbiert, da die Absorption der Linse bei $400\mu\mu$ beginnt, um bei $350\mu\mu$ vollständig zu werden. BIRCH-HIRSCHFELD fand, daß sämtliche tierischen Hornhäute die Strahlen von zirka $306\mu\mu$ nach abwärts vollkommen absorbieren. Die Strahlen können also nicht ins Innere des Bulbus gelangen. Die Absorptionsgrenze für den Glaskörper fand er bei $300\mu\mu$, für die Linse zwischen 330 und $390\mu\mu$. Nach den Untersuchungen von SHOJI YOSHIMARU liegt die Absorptionsgrenze für die verschiedenen Hornhäute etwas verschieden. Für die Hornhaut des Menschen bei $293,8\mu\mu$, beim Hund bei $305,6\mu\mu$, bei Meerschweinchen bei $292,6\mu\mu$.

Klinische Bilder der Augenschädigungen durch das ultraviolette Licht

Die erste Beobachtung über die Schädigung des Auges durch ultraviolettes Licht wurde von dem nordischen Augenarzt WIDMARK gemacht. Er hatte überhaupt als erster die entzündungserregende Wirkung des ultravioletten Lichtes erkannt und in weiteren experimentellen Arbeiten begründet. Seine Befunde wurden durch die nachfolgenden Forscher als richtig erkannt und bestätigt, vor allem durch FINSSEN, HAMMER, CHARCOT, MAGNUS-MOELLER, NORDENSKIÖLD, LANGLEY, L. BOWLES, TYNDALL und MAKLAHOFF, der auch die Conjunctivitis electrica beschrieben hat. Späterhin wurde die Conjunctivitis electrica von HESS und BIRCH-HIRSCHFELD experimentell erzeugt und genau studiert. Dabei wurde insbesondere von BIRCH-HIRSCHFELD einwandfrei festgestellt, daß die Ophthalmia electrica durch Strahlen von $300\mu\mu$ Wellenlänge nach abwärts hervorgerufen wird, womit die Befunde von WIDMARK eine neuerliche Bestätigung erfahren haben.

Die Ophthalmia electrica, die heutzutage mit der fortschreitenden Entwicklung der Starkstromtechnik immer häufiger beobachtet wird, tritt meistens einige Stunden nach dem Lichteffect auf und äußert sich bei verschiedenen Individuen verschieden stark. Die wichtigsten Symptome sind Fremdkörpergefühl in den Augen, starker Blepharospasmus und Lichtscheu. Dabei kommt es zur Chemosis der Bindehaut und mitunter zur Sekretion aus dem Bindehautsack. Die Beschwerden sind äußerst lästig und schmerzhaft. Nach Kokain verschwinden sie meist rasch und dauernd. Die Erkrankung wird in Betrieben mit starkem Bogenlicht, bei Kurzschluß, bei Aufnahmen in der Filmindustrie und insbesondere bei dem autogenen Schweißen von Eisen beobachtet. Auch bei der Schneeblindheit oder beim Gletscherbrand handelt es sich um dieselbe Schädigung durch ultraviolettes Licht. Die Symptome sind dieselben, wie bei der Ophthalmia electrica. Öfters kommt es zu Schädigungen des Hornhautepithels, zu bläschenförmigen Epithelabhebungen und Infiltrationen wie bei der miliaren Phlyktaenulose, mit Platzen der Bläschen und teilweisen Substanzverlusten des Epithels. Die Beschwerden dauern dann längere Zeit an.

Der histologische Befund der durch ultraviolettes Licht geschädigten Haut und Bindehaut ergab, insbesondere nach den letzten Untersuchungen von HERTEL und ASCHOFF, Karyokinese, vakuoläre Degeneration und Nekrose des Epithels, Bläschenbildung, Wucherungserscheinungen an den Hornhautkörperchen, Erweiterung der Kapillaren, Verlangsamung der Blutströmung, Stase, fibrinöse Exsudation an die Oberfläche und in die Gewebsspalten. Geringe leukozytäre, dagegen vorwiegend lymphozytäre Infiltration mit Plasmazellenbildung, Fibroblastenwucherung und Gefäßneubildung. Späterhin regenerative Prozesse am Epithel. Die Ausschaltung des sympathischen Systems bewirkt eine Verstärkung der schädigenden Lichtwirkung, da die regulatorische Wirkung des Nervensystems auf den Blutkreislauf ausgeschaltet wird, der Blutkreislauf aber nachgewiesenermaßen als die beste Abwehr des Organismus gegen die Lichtschädigung erkannt wurde. Neben den oberflächlichen Schädigungen des vorderen Bulbusabschnittes wurden von BIRCH-HIRSCHFELD auch Endothelläsionen und eine Iridocyclitis mit fibrinöser Exsudation beobachtet.

BIRCH-HIRSCHFELD fand nach mehrfachen Bestrahlungen mit der Uviolampe Schädigungen des Epithels und des subepithelialen Gewebes mit Anhäufung von eosinophilen Zellen wie bei der Conjunctivitis vernalis, welche Bindehauterkrankung ebenfalls als eine Lichtschädigung betrachtet werden muß, ohne daß uns die letzte Ursache für ihre Entstehung bekannt wäre.

Über die Schädigungen der Linse durch ultraviolettes Licht gehen die Meinungen der verschiedenen Autoren, die sich mit dieser Frage befaßt haben, stark auseinander.

Degenerative Veränderungen des vorderen Linsenepithels durch ultraviolettes Licht sind schon von WIDMARK und späterhin von HESS festgestellt worden. HESS glaubte in dieser Degeneration des Linsenepithels die Ursache der nachfolgenden Linsentrübung zu finden. BIRCH-HIRSCHFELD konnte jedoch in seinen zahlreichen Versuchen die Befunde von WIDMARK und HESS nicht bestätigen.

Bezüglich der Schädigung des Linsenstromas selbst und der damit verbundenen Frage nach der Entstehung des Altersstares, vornehmlich aber des Glasbläserstares traten WIDMARK, HESS, STÄRKLE, CRAMES und besonders SCHANZ und STOCKHAUSEN für eine direkte Läsion des Linsenstromas durch Ultraviolettstrahlen ein, die sich hauptsächlich in einer Umwandlung des Linsen-

eiweißes bei Anwesenheit bestimmter Salze, die im menschlichen Organismus nachgewiesen worden sind und gleichsam als Sensibilisatoren wirken sollen, auswirkt.

Die Wirkung des ultravioletten Lichtes auf das Linseneiweiß wurde zuerst von dem Engländer BURGE beschrieben. Er fand, daß es wesentlich die kurzwelligen Strahlen zwischen $249\ \mu$ und $302\ \mu$ mit dem Maximum bei $254\ \mu$ sind, die auf die Proteine koagulierend wirken. Die Versuche von BURGE erstrecken sich zunächst auf dünne Schichten von zerquetschten Linsen von Froschaugen. Das Linseneiweiß blieb auch nach langer Bestrahlung mittels einer Quecksilberdampflampe vollständig durchsichtig; wenn sie aber nach der Bestrahlung oder auch vor derselben mit gewissen Salzlösungen, vor allem mit Kalzium- und Magnesiumsalzen, oder aber auch mit Natrium- und Kaliumsilikaten behandelt wurden, koagulierte das Linseneiweiß sofort an den von den Strahlen getroffenen Stellen. Interessant und wichtig sind dabei die spektrographischen Feststellungen BURGES. Wurde das mit dem Quarzspektrographen zerlegte Licht der Quarzlampe auf die Proteinschicht geworfen, so bildeten sich die Spektrallinien als Streifen koagulierten Eiweißes ab, und zwar zwischen $249\ \mu$ und $302\ \mu$ mit einem ausgesprochenen Maximum bei $254\ \mu$. Die Versuche wurden dann weiter auf lebende Organismen ausgedehnt, und zwar wurden Fisch- und Froschaugen bestrahlt. Die Linsen blieben selbst nach wiederholter und mehrstündiger Bestrahlung durch die Quarzlampe völlig klar, wenn die Tiere in reinem oder möglichst salzfreiem Wasser gehalten wurden. Hat man dem Wasser ein 0,1%iges Magnesium- oder Calciumsalz oder eine geringe Menge von Natriumsilikat zugefügt, so traten Trübungen der vorbestrahlten Linsen in den Fisch- und Froschaugen auf.

Die Ansicht BURGES, daß die Kataraktbildung, bzw. die Koagulierung der Proteine nur dann eintrete, wenn in dem bestrahlten Auge größere Mengen der oben genannten Salze vorhanden sind, wurde durch seine späteren Untersuchungen von kataraktösen Linsen von Indern und Nordamerikanern gestützt. Er fand in dem Aschenrückstand dieser Linsen immer nennenswerte Mengen der genannten Salze, in den Linsen der Inder vor allem Silikate. BURGE nahm daher an, daß der schädigenden Wirkung der kurzwelligen Strahlen immer eine Stoffwechselstörung vorausgehen und bei der ein Überreichtum an den genannten Salzen der Linse vorhanden sein müsse. Bei den Indiern erklärt sich das Vorhandensein von Silikaten in der Linse durch das gewohnheitsmäßige Essen von Ton.

Schon früher hatten DREYER und HANSSEN die koagulierende Wirkung des ultravioletten Lichtes auf Eiweißkörper nachgewiesen. Verschiedene Eiweißkörper werden bei Bestrahlung mit kurzwelligem Lichte nach mehr minder langer Zeit aus ihren Lösungen ausgeschieden. Serumalbumin und Eieralbumin werden in neutraler, wie in saurer und alkalischer Lösung koaguliert.

Ebenso war von BOVIE hervorgehoben worden, daß das Protoplasma durch das Spektralgebiet der sichtbaren Strahlen nicht verändert wurde, während kurzwelligere Strahlen bei völliger Ausschaltung von Wärmewirkung Gerinnung der Eiweißkörper bewirken.

F. SCHANZ hatte die Eiweißkörper für lichtempfindlich gehalten und als biologisches Grundgesetz aufgestellt, daß das Licht die Struktur der Eiweißkörper in dem Sinne verändert, daß aus leichtlöslichen schwerlösliche werden. Diese Behauptung und die von F. SCHANZ angenommene Lichtempfindlichkeit der Eiweißkörper ist nach den Befunden NEUBERGS unzutreffend. Die Untersuchungen NEUBERGS haben zunächst ergeben, daß sehr lange Einwirkung des langwelligen Sonnenlichtes auf Eiweißkörper ohne praktisch nachweisbaren Erfolg verläuft. Bei Gegenwart von metallischen Katalysatoren tritt die ausgesprochen spaltende Wirkung für Eiweißkörper und verwandte Substanzen in Erscheinung.

Die Eiweißkörper sind praktisch nicht lichtempfindliche Verbindungen und erlangen Photosensibilität erst durch Anwesenheit von anorganischen Salzen, Mangan-, Zer-, Uran-, insbesondere aber von Eisensalzen. Hier ist besonders zu betonen, daß derartige photokatalytische Lichteinwirkungen aus Oxydationen und Spaltungen

bestehen. Die Eiweißkörper nehmen, wie NEUBERG hervorhebt, keine Sonderstellung ein, sondern werden gemäß ihrer chemischen Natur im Lichte verändert.

Im Jahre 1912 machte V. REISS die Erfahrung, daß die normale Linse eine sehr intensive Zystein-Reaktion, d. h. Rotfärbung der Eiweißkörper durch Nitroprussidnatrium nach Zusatz von Ammoniak gebe, während die kataraktös veränderte Linse die Reaktion nur in den kortikalen Partien erkennen lasse, das Zentrum sich aber nicht färbe.

MÖRNER und JESS haben die Linseneiweißkörper in wasserlösliche und wasserunlösliche gespalten. Das wasserunlösliche Albumoid gibt nun in gereinigtem Zustande keine oder nur eine sehr geringe Rotfärbung. Die wasserlöslichen Kristalline verhalten sich nun verschieden. Das α -Kristallin färbt sich mäßig, das β -Kristallin hingegen gibt die intensivste Rotfärbung.

JESS glaubt nun, nachdem er auch sorgfältige quantitative Bestimmungen der Eiweißarten der kataraktösen Linsen gemacht hatte und eine Abnahme der wasserlöslichen Proteine gefunden hat, daß insbesondere das sich so intensiv rotfärbende β -Kristallin aus der erkrankten Linse nach und nach verschwinde — und zwar durch Umwandlung der wasserlöslichen Kristalline in das wasserunlösliche Albumoid —, das bei den quantitativen Bestimmungen in der Kataraktlinse vermehrt gefunden wurde.

SCHANZ hat die Entstehung des grauen Stares auf die schädigende Einwirkung der Ultraviolettstrahlen auf die Linse zurückgeführt. Mit dieser Frage hat sich nun weiterhin auch CHALUPETZKY beschäftigt und geprüft, ob man, wie es SCHANZ für seine Theorie forderte, leichtlösliche Eiweißkörper durch Einwirkung von Ultraviolettstrahlen in schwerlösliche Albumoide überführen kann. Dieser Nachweis schien ihm auch gelungen zu sein. Er konnte nach Bestrahlung von Linsen mit einer Quarzlampe die Abnahme der Nitroprussidnatriumreaktion vom Zentrum gegen die Peripherie der Linse beobachten.

CHALUPETZKY selbst zog aus dieser Tatsache dennoch nicht den Schluß, daß die Katarakt immer in dieser Weise entstehen müsse, sondern er wollte damit nur den Oxydationsprozeß und die verhältnismäßig leichte Umwandlung des Cysteins in Cystin feststellen. Das Cystin, das aus zwei Molekülen Cystein durch Abspaltung von H entsteht, gibt nicht mehr die charakteristische Reaktion.

Die von JESS späterhin angestellten Kontrollversuche über den Einfluß der Ultraviolettstrahlen auf die Umwandlung der Linseneiweißkörper konnten die Befunde der früheren Autoren und insbesondere die von CHALUPETZKY nicht bestätigen. Auch die von BURGE geforderte Anwesenheit von gewissen anorganischen Salzen wie Ca, K, Na, Mg und insbesondere von Silikaten konnte bei intensivster Bestrahlung mit Ultraviolettlicht an der positiven Cysteinreaktion, die in allen Fällen eintrat, nichts ändern. Die positiven Ergebnisse CHALUPETZKYS sind auf einen Versuchsfehler während der Färbung zurückzuführen.

Zuletzt haben noch ABDERHALDEN und WERTHEIMER sich mit der Frage der Autooxydation des Cysteins beschäftigt und dazu auch kataraktöse Linsen herangezogen. Bemerkenswert ist ihre Feststellung, daß höhere Temperaturen die Autooxydation des Cysteins wesentlich zu beschleunigen imstande sind, während das intensivste Ultraviolettlicht keinen Einfluß auf den Ablauf des Prozesses auszuüben vermöge.

E. TRÜMPY hat mit hochkonzentriertem Ultraviolettlicht von 435,9 bis 314 $\mu\mu$ Wellenlänge an lebenden Kaninchenaugen eine Katarakt zu erzeugen versucht, jedoch mit negativem Resultat.

Schon im Jahre 1919 hatte VOGT durch Ultrarot von 670 $\mu\mu$ Wellenlänge bei lebenden Kaninchen einen Totalstar experimentell erzeugt, nachdem schon früher eine Reihe von Autoren die Entstehung des Glasbläserstares den leuchtenden Strahlen zugeschrieben hat.

Die Versuche mit Ultrarotstrahlen von 670 $\mu\mu$ Wellenlänge an wurden von den Schülern VOGTS, GINELLA, MÜLLER, MAYER sowie unabhängig von diesen

von KRANZ nach Verbesserung der Versuchstechnik wiederholt und brachten den einwandfreien Beweis, daß man mittels dieser Ultrarotstrahlen in einer kurzen Zeit einen Star in einem lebenden Auge zu erzeugen imstande ist.

Die Ultrarotkatarakt wird allgemein als eine thermisch bedingte Koagulation des Linseneiweißes angesehen, da die Temperatur in dem bestrahlten Auge bis über 60 Grad angenommen werden mußte. Diese hohe Temperatur hat allerdings oft auch zu schweren Schädigungen der Hornhaut und insbesondere der Iris geführt. Von KRANZ wurde das Verhalten der Cysteinreaktion in den experimentell kataraktös veränderten Linsen geprüft, und er gelangte zu der Überzeugung, daß eine Beeinflussung der zysteinhaltigen Linsenkristalline ebenso wenig durch ultrarote Strahlen stattfindet, wie es JESS bereits früher für die ultravioletten Strahlen nachgewiesen hatte.

VOGT hält die Entstehung des Glasbläserstares durch Ultrarotstrahlen, an denen die weißglühenden Glasmassen sehr reich sind, als erwiesen. Zu bemerken ist nur, daß der Glasbläserstar niemals in Begleitung einer so schweren Schädigung des vorderen Bulbusabschnittes auftritt, und es wäre zu bedenken, ob nicht die in den Versuchen VOGTs und seiner Schule entwickelte Wärmewirkung, als deren Folgen wir die schweren Irisschädigungen annehmen müssen, die Wirkung der Ultraviolettstrahlen verstärkt.

Wir haben aus den Versuchen von W. T. BOVIE gelernt, daß man auch bei intensiver Bestrahlung von Eiweißlösungen mit ultraviolettem Licht bei 0 Grad Temperatur keine sichtbaren Veränderungen des Eiweißes sehen kann, sobald aber eine Erwärmung der bestrahlten Eiweißsubstanz vorgenommen wird, tritt an den bestrahlten Partien die Koagulation auf. Die Latenzperiode läßt sich nach BOVIE beliebig lange Zeit ausdehnen. Jedenfalls müssen diese Versuche auch bei der Erscheinung des Glasbläserstares berücksichtigt werden.

Schädigung der Netzhaut durch Ultraviolettlicht

Die Kenntnis der durch Lichtwirkung verursachten Schädigungen im Bereiche der Netzhaut ist für uns von besonderer Bedeutung, da wir bei der Vornahme der therapeutischen Lichtanwendung alle jene Faktoren kennen und ausschalten müssen, die zu einer Schädigung der Netzhaut führen könnten.

Von den Schädigungen durch leuchtende Strahlen kennen wir:

1. Zentrale Skotome und dauernde Sehstörungen nach Beobachtung von Sonnenfinsternis.

Den anatomischen Nachweis einer solchen Zerstörung der Netzhaut nach Blendung durch Sonnenlicht hat BIRCH-HIRSCHFELD erbracht. Es handelt sich da um eine Zerstörung der Netz- und Aderhaut durch konzentrierte leuchtende Strahlen, wobei die Brennglaswirkung der menschlichen Linse vor allem ins Gewicht fällt. Das anatomische Bild zeigt exsudative und degenerative Veränderungen in den äußeren Schichten der Netzhaut, in der Pigmentepithelschicht und der Aderhaut. Ähnliche Befunde wurden auch von CZERNY, DEUTSCHMANN und WIDMARK veröffentlicht.

2. Erythropsie (Rotsehen), die anfallsweise bei den an Star operierten Leuten auftritt. Solche Patienten leiden besonders im Frühjahr und Sommer durch die Tageslichtblendung sehr. Oft findet man Leute, die im Herbst oder Winter operiert wurden und beschwerdefrei waren, im Frühjahr mit der Angabe an die Klinik zurückkehren, daß sie seit kurzem anfallsweise alles rot vor sich sehen. Die Erythropsie kann aber auch in normalen Augen durch starke Tageslicht-

blendung wie nach Gletscherwanderungen oder bei Kurzschlußblendung entstehen.

FR. SCHANZ führt alle diese Erscheinungen auf eine Schädigung der Netzhaut durch die ultravioletten Strahlen zurück. Er glaubt, daß neben den entzündlichen Erscheinungen am äußeren Auge auch Störungen in der Funktion der Netzhaut, die wir unter den Namen Nyctalopie, Hemeralopie, Erythropsie und Farbenskotome kennen, auf die Ultraviolettstrahlung zurückzuführen seien. Eine Stütze seiner Anschauung fand SCHANZ in der Beobachtung von BIRCH-HIRSCHFELD, der nach Bestrahlungen mit der Quecksilberdampfampe relative, zentrale und parazentrale Farbenskotome aufreten sah.

Das Spektrum der Quecksilberdampfampe ist ein ausgesprochenes Linienspektrum. Einzelne Linien erreichen in demselben eine hohe Intensität, die dazwischen liegenden Bezirke sind wieder entweder sehr arm an Strahlen oder sie fehlen ganz. Da dem Licht verschiedener Wellenlänge verschiedene Tiefenwirkung zukommt, so werden auch die verschiedenen intensiven Lichtbezirke verschiedene Abschnitte der Netzhaut schädigen. Bei dem Licht der Quarzlampe scheinen dies die Schichten der Netzhaut zu sein, die für die Farbensensibilisierung oder deren Fortleitung bestimmt sind. Tatsächlich sind diese Farbenskotome so deutlich nur bei dieser Lichtart zu finden und scheinen daher mit der eigentümlichen Zusammensetzung des Quecksilberdampflichtes zusammenzuhängen.

ZADE und JESS haben während des Krieges bei Fliegern Ringskotome gefunden, die peripherer lagen als die Farbenskotome BIRCH-HIRSCHFELDS. Solche Ringskotome haben JESS und BIRCH-HIRSCHFELD auch nach Beobachtungen der Sonnenfinsternis gefunden und bei Kurzschlußblendung (BIRCH-HIRSCHFELD, STIMMEL).

ZADE sucht den Sitz dieser Störungen in der Ganglienzellenschicht der Netzhaut und da von den schädigenden kurzwelligen Strahlen die Ultraviolettstrahlen hier am meisten zur Absorption gelangen, glaubt SCHANZ, diese als die Ursache der Ringskotome ansprechen zu können.

BEHR hat bei einer Anzahl von Staroperierten die Dunkeladaptation geprüft und eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Netzhaut gefunden, die auf einer Schädigung derselben beruht, die durch das ultraviolette Licht bedingt sein soll, das wegen der Aphakie in großer Menge zur Netzhaut gelangt.

Bekanntlich hat VOGT und seine Schule auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen und Studien über die Entstehung des Glasbläserstares ein Eindringen der ultravioletten Strahlen ins Auge abgelehnt.

VOGT führt die Erscheinungen der Erythropsie auf den sichtbaren Teil des Spektrums und YWAR auf die grünen, gelb- und blaugrünen Strahlen zurück.

Experimentell untersuchte BIRCH-HIRSCHFELD die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Netzhaut und den ganzen Augenhintergrund. BIRCH-HIRSCHFELD fand Veränderungen nur nach stärkster und langdauernder Einwirkung reinen ultravioletten Lichtes und nur nach Entfernung der Linse im Tierexperiment. Bei linsenhaltigen Augen derselben Tierart konnte er keine Hintergrundveränderungen finden, obwohl er doch die Möglichkeit solcher Augenhintergrundsschädigungen durch Strahlen zwischen 310 und 330 $\mu\mu$ auch in linsenhaltigen Augen zuläßt.

Durch schwaches ultraviolettes Licht, wie man es zu therapeutischen Zwecken oder gar wie es in der Himmelsstrahlung enthalten ist, konnte BIRCH-HIRSCHFELD weder im Bereiche des vorderen Bulbusabschnittes noch am Augen-

hintergrund pathologische Veränderungen weder am linsenhältigen noch am linsenlosen Auge beobachten.

Die Veränderungen der Netzhaut traten übrigens nur in Verbindung mit Veränderungen am vorderen Bulbusabschnitte auf und stellten histologisch Chromatinverlust der inneren Schichten der Retina, Vakuolisierung der Ganglienzellen und Chromatinverlust der Körnerschichten dar.

WIDMARK hatte bei seinen Versuchen durch eine salzsaure Chininlösung die ultravioletten Strahlen ausgeschieden und fand nach Bestrahlungen an Tieraugen schon kurz nach der Belichtung die Nervenfaserschicht stark gequollen, die Ganglienzellen- und die innere Körnerschicht nur wenig verändert, dagegen die äußere Körnerschicht wieder stark gequollen, schlecht gefärbt und unregelmäßig.

Bei noch stärkerer Lichteinwirkung fand er Veränderungen an den Stäbchen und Zapfen, teilweise Degeneration des Pigmentepithels und Infiltrationsherde in der Chorioidea.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei diesen Versuchen die ultraroten Strahlen, die Wärmestrahlen hauptsächlich beteiligt waren, denn wir wissen nun aus den Versuchen BIRCH-HIRSCHFELDS, daß die inneren ultravioletten Strahlen degenerative Veränderungen der inneren Retinaschichten durch Absorption stärkerer Lichtintensitäten erzeugen, während die äußeren Schichten der Retina, das Pigmentepithel und die Aderhaut in keinerlei Weise betroffen werden.

Daß Wärmestrahlen durch die normalen Augenmedien bis zur Netzhaut gelangen können, lehrt uns schon der Versuch TYNDALLS, der sich als erster mit der Wirkung der unsichtbaren Strahlen auf das Auge befaßte.

TYNDALL hatte das Licht einer Kohlenbogenlampe, das er durch ein Jodfilter von 2 Zoll und ein Alaunfilter von $2\frac{1}{2}$ Zoll durchschickte, mittels Steinsalzlinse auf das Auge konzentriert und gefunden, daß die Hitze nach Entfernung des Alaunfilters unerträglich wurde. Die Iris hat er durch einen Metallschirm, in dem sich ein pupillengroßes Loch befand, geschützt.

Die Netzhaut empfand im Selbstversuch bei dieser Versuchsanordnung kein Licht und auch kein Wärmegefühl. Brachte er aber in den Fokus der Steinsalzlinse ein dünnes Platinblättchen, so wurde es rotglühend! Da die Augen in diesem Lichte auch keine Fluoreszenz aufwiesen, sieht TYNDALL darin einen Beweis seiner Annahme, daß es die ultraroten Strahlen sein müssen und daß ein Teil derselben auch im normalen Auge bis zur Netzhaut gelangen könne. Allerdings fügt TYNDALL hinzu: „Von der Wiederholung dieser Versuche ist abzuraten.“

BIRCH-HIRSCHFELD hatte dann in seinen weiteren Versuchen auch die ultraroten Strahlen ausgeschieden und damit nur die leuchtenden Strahlen einer Bogenlampe auf das Auge einwirken lassen und fand nun Veränderungen der äußeren Netzhautschichten, des Pigmentepithels und der Aderhaut. In der Netzhaut fand BIRCH-HIRSCHFELD Schwund des Protoplasmachromatins der Ganglienzellen mit diffuser Hyperchromatose der Grundsubstanz. Veränderungen, die sich im Verlaufe der Beobachtungen wieder zurückbilden konnten!

Im Vordergrund des ganzen Schädigungsprozesses, der unter dem Bilde einer Chorioretinitis verlief, standen Gefäßveränderungen, hauptsächlich der Chorioidealgefäße.

Ich konnte nun den klinischen Verlauf einer solchen Lichtschädigung des Auges, die ebenfalls unter dem Bilde einer Chorioretinitis verlaufen ist, bei einem jungen Manne mitbeobachten, den seinerzeit Dr. SPANNLANG aus unserer Klinik in der ophthalmologischen Gesellschaft in Wien vorgestellt hatte.

Es war ein junger, kräftiger, brünetter Mann, Schlosser von Beruf, der durch angeblich nur zirka zehn Minuten dem Schweißen mit Knallgasgebläse zusah, allerdings aus nur zirka 1 m Entfernung. Eine Schutzbrille trug Patient nicht. Er war nachher etwas stärker geblendet, aber dann sah er wieder ganz gut und konnte den Weg nach Hause allein zurücklegen. Er beobachtete nur mit dem nun erkrankten Auge — das andere hielt er geschlossen. Am nächsten Morgen hatten sich die Zeichen der Ophthalmia electrica eingestellt, das Auge war schmerzhaft, rot, verklebt und als er es später öffnen konnte, sah er damit nichts! Am Abend des zweiten Tages, also nach zirka 24 Stunden nach der Blendung, konnte er sich mit diesem Auge schon wieder

halbwegs orientieren. Am dritten Tage suchte er vormittags, da die Sehstörungen nicht weichen wollten, unsere Klinik auf.

Das rechte Auge ergab normalen Fundusbefund. Der Visus war 6/6 und Jg. 1.

Am linken Auge hatte er nur Fingerzählen in 5 m.

Das Bild des Fundus wurde noch am selben Tage photographiert und gezeichnet. Man sah nun, wie das Bild zeigt (Abb. 1), die Papille etwas stärker gerötet, unscharf, starke radiäre Streifung schon im gewöhnlichen Lichte. Die Gegend der Makula und ihre weitere Umgebung war diffus grau getrübt. In dieser diffusen Trübung ein schärfer umgrenzter Herd, wie ihn die Zeichnung zeigt, lehmgelb, ziemlich scharf, prominent, die Ränder intensiver gefärbt.

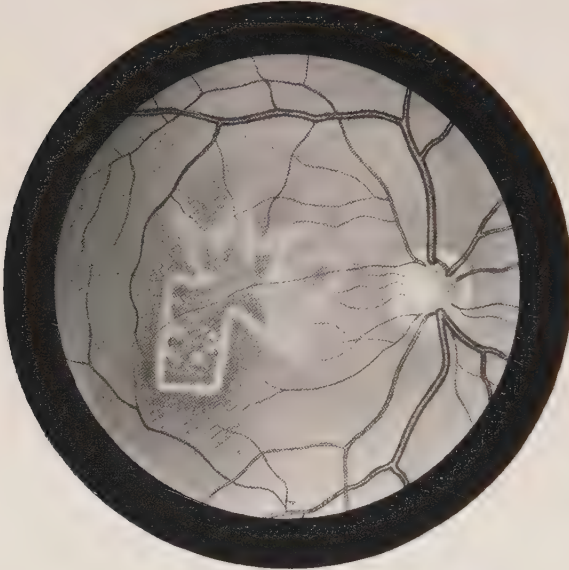


Abb. 1. Aufrechtes Bild des Augenhintergrundes. In der Makulagegend die Lichtschädigung

Das Gesichtsfeld zeigt ein großes, absolutes Skotom.

Die interne Untersuchung ergab negativen Befund. Die Wa. R. war negativ, ebenso die Luteinprobe.

Das Sehvermögen nahm unter Abschluß des Lichtes für dieses Auge täglich etwas zu — das Bild des Hintergrundes nahm eine mehr dunkelgraue, dann hellgraue Farbe an, wurde immer flacher, diffuser und nach zwölf Tagen betrug der Visus schon 6/8! und Jg 1.

Wir haben also hier einen Fall vor uns, bei dem es sich nach den experimentellen Untersuchungen von WIDMARK, BIRCH-HIRSCHFELD und BEST um eine Schädigung durch ultraviolettes Licht am vorderen Bulbusabschnitt und um eine Schädigung vorwiegend durch leuchtende Strahlen im Bereiche des Augenhintergrundes handelte. Auch in unserem Falle haben sich die Veränderungen wieder zum größten Teile zurückgebildet.

J. VAN DER HOEVE hat einen Antagonismus zwischen der senilen Makuladegeneration und dem grauen Star gefunden. Er nimmt an, daß durch die langjährige Einwirkung des Lichtes, und zwar des Ultravioletten in dem einen Falle, da die Linse als optisch heterogenes Organ die ultravioletten Strahlen zurückhält und damit, was auch KOEPPE bei der Bestrahlung des Augenhintergrundes auszunutzen versuchte, das Licht zum Ziliarkörper werfen könne, wodurch

wieder im Laufe der Zeit eine Veränderung der Ziliarfortsätze und der Retina zustande kommen könnte, die für eine Änderung der Zusammensetzung des die Linse ernährenden Kammerwassers verantwortlich wäre. Dadurch würde einmal die Linse kataraktös — halte aber die schädigende Strahlung von der Netzhaut ferne. Bleibt aber im zweiten Falle die Linsentrübung aus, dann resultiert eben die Makuladegeneration aus der langen Einwirkung des Lichtes mit den reinen ultravioletten Strahlen. GJESSING hat in Dramen, in Norwegen, diesen relativen Antagonismus zwischen Star und seniler Makuladegeneration in einer großen Anzahl von Fällen bestätigt gefunden.

Wir konnten an dem großen Material der Ersten Augenklinik in Wien eine Bestätigung dieses Antagonismus nicht erbringen.

VAN DER HOEVE betont selbst, daß es für die Entstehung sowohl des grauen Stars als auch der senilen Makuladegeneration wohl mehrere Ursachen geben wird, aber einer der Hauptfaktoren sind eben die ultravioletten Strahlen, welche Annahme die Schule VOGTS bestritten hatte.

Nun, es ist wohl unzweifelhaft, daß das Licht, wenn auch nicht nur die ultravioletten Strahlen, sondern auch die leuchtenden und ultraroten Strahlen, wie die experimentellen Untersuchungen von BIRCH-HIRSCHFELD gezeigt haben, einen Faktor für die Entstehung der Makuladegeneration darstellen, aber sicher nicht den Hauptfaktor. Es müßten ja sonst die Leute, die einem an ultravioletten Strahlen reicherem Lichte, wie die Bergbewohner, ausgesetzt sind, prozentuell mehr Stare oder eine häufigere Makuladegeneration aufweisen. Dafür fehlen uns die Beweise (s. o.). Hingegen findet man solche Makuladegenerationen frühzeitig bei Patienten, die nie so sehr dem Lichte ausgesetzt waren und, wie unser Material in Wien zeigt, vielfach sowohl eine Makuladegeneration als auch Star am selben Auge haben.

Den Hauptfaktor müssen wir daher in bisher unbekannten Stoffen, die im Organismus dieser Leute kreisen und als Sensibilisatoren wirken, suchen. Wir kennen solche Stoffe bei der Lichtdermatitis, bei der Hydroa — als Hämatoporphyrin —, wir kennen sie nicht beim Frühjahrskatarrh.

Wir wissen, daß die Frühjahrssonne bei einer Anzahl von Menschen die Erscheinungen der Keratoconjunctivitis ekzematosa zu neuem Leben hervorzurufen imstande ist.

Es gelang mir, bei einer Patientin mit einer Keratoconjunctivitis ekzematosa an den von den Sonnenstrahlen getroffenen Stellen, in den trübsten Wintertagen, wobei die Patientin tagelang im Krankenzimmer verbrachte, durch Injektion eines aus den Tuberkelbazillen gewonnenen Stoffes eine Lichtdermatitis in schönster Form hervorzurufen.

Ich glaube, daß wir auf diesem Wege am ehesten zu der Kenntnis der wahren Ursache noch so mancher Augenerkrankungen gelangen werden.

Lichttherapie

Wie wir im ersten Kapitel ausgeführt haben, ist die Reihe der Schädigungen des Auges durch das Licht eine ziemlich große. Wir müssen uns bei der Anwendung des Lichtes zur Therapie des Auges stets dessen bewußt sein, daß wir unter Umständen durch das Licht mehr Schaden als Nutzen stiften können, und müssen uns daher strenge mit den Absorptionsverhältnissen der einzelnen Anteile des Auges für die verschiedenen Teile des Spektrums und mit der Wirkung der verwendeten Sensibilisatoren vertraut machen.

Die Verwendung des Lichtes hatte nach der bahnbrechenden Entdeckung FINSSENS über die Vernichtung der Bakterien durch konzentriertes Licht, einen raschen Entwicklungslauf begonnen. Nachdem schon früher der Augenarzt WIDMARK das kurzwellige Licht als das wirksamste erkannt hatte, ging er auch schon zur Konstruktion von Lichtquellen über, die die Sonnenbestrahlung ersetzen sollten.

Für die therapeutische Anwendung der Sonnenstrahlen, die vor allem von MAKLAHOFF und GINTRAX verwendet wurden, mußte, nachdem FINSSEN auf die starke Wirkung der ultravioletten Strahlen aufmerksam gemacht hatte, ein Ersatz gefunden werden, da das Sonnenlicht nur in den höheren Regionen genügend ultraviolette Strahlen enthält und die Behandlung deshalb nur in bestimmten Höhen und an bestimmten Tagen durchzuführen wäre.

Nachdem WIDMARK auch noch weiterhin gezeigt hatte, daß die ultraviolette Strahlung einer Kohlenbogenlampe durch Glas zurückgehalten wurde, durch Bergkristallinsen aber nicht, war auch schon der Grundstein für die heutigen Bestrahlungsapparate gelegt.

FINSSEN konstruierte seinen Sammelapparat zur Behandlung des Lupus, dem dann eine Reihe von Höhensonnenlampen folgten, die den Anforderungen der neuen Auffassung über die Wirkung der verschiedenen Strahlenarten entsprechen und auch immer handlicher konstruiert werden, um eben allen Zweigen der Medizin die Anwendung des Lichtes zu Heilzwecken zu ermöglichen.

Alle diese Apparate wurden zu einer mehr oder weniger allgemeinen flächenhaften Bestrahlung des ganzen Körpers oder doch größerer Teile desselben bestimmt, mit denen man in der Augenheilkunde für die flächenhaften Bestrahlungen des Auges und seiner Umgebung recht gut auskommt, die aber für die speziellen Bestrahlungen kleinster Flächen, die für die Augenheilkunde vor allem in Frage kommen, nicht gut brauchbar sind.

KOEPPE hatte für die Lichtbehandlung der tuberkulösen Augenerkrankungen einen Universalbestrahlungsapparat konstruiert. Dieser liefert gefiltertes Kohlenbogenlicht, das aus dem kontinuierlichen Spektrum des Bogenlichtes einen Spektralbereich von $\lambda = 350$ bis $500 \mu\mu$ umfaßt und eine genauere Dosierung und Abgrenzung des Lichtbüschels gestattet als das diskontinuierliche Linienspektrum der Höhensonnenapparate.

Der Reichtum des Bogenlichtes an therapeutisch wirksamen Strahlen wurde besonders von F. SCHANZ hervorgehoben.

Vermöge der hohen Intensität des Bogenlichtes läßt sich auch eine stärkere Tiefen- und Heilwirkung im Gewebe erzielen.

Die Gefahren des Bogenlichtes für das Auge bestehen nur in der Blendungsgefahr bei der reinen ungefilterten Anwendung desselben und in der sich rasch steigenden Wärmekonzentration im Augengewebe, die, wie wir aus den letzten Versuchen BIRCH-HIRSCHFELDS und VOGTS ersehen haben, irreparable Schäden am Auge, wie Trübungen der Hornhaut, Degeneration des Stromapigmentes der Iris, des Pigmentepithels, des Sphinktermuskels, Gefäßhyperämie, Obliteration der Gefäße und Nekrose des Gewebes, sowie Dauertrübung der Linse und Schäden im Bereiche der Retina und Chorioidea, wie unser oben angeführte Fall gezeigt hat, hervorrufen können.

Auch die im ungefilterten Bogenlichte in großer Menge vorhandenen ultravioletten Strahlen, die am Auge mitunter unangenehme Reaktion hervorrufen können, wurden bei der KOEPPESchen Lampe ausgeschieden.

KOEPPE benutzte bei der Konstruktion seiner Lampe das Licht einer Projektionslampe, deren Kohlen anfangs schief gestellt waren. Das Licht, das von

der positiven, leuchtenden Kraterkohle ausstrahlte, gelangte durch eine Glimmerplatte, die zum Schutze des Kollimatorlinsensystems eingeschaltet war, auf die Kollimatorlinse von 150 mm dptr. und zirka 8 dptr. Brechkraft. Dieses Kollimatorlinsensystem bestand aus zwei Linsen und hatte die Aufgabe, die vom Kohlenkrater kommenden divergenten Strahlen parallel zu machen. Es war nach vorne und hinten verschiebbar eingebaut. Davor befand sich eine planparallelwandige Glasküvette von zirka 3 cm Durchmesser. KOEPPE wählte für seinen Apparat Glaslinsen und Glasküvetten, um den kurzwelligen Teil des Ultraviolettlichtes auszuschalten. Vor der Küvette befand sich eine zweite Linse von zirka 3 dptr., die die leicht konvergenten Strahlen des ersten Linsensystems konvergenter machte. Der Patient bekam dann in einem Brillengestell knapp vor seinem Auge, je nachdem der vordere oder hintere Bulbusabschnitt bestrahlt werden sollte, zwei Linsen von +15 dptr. und +20 dptr. Durch diese Linsenkombination wurden für die Bestrahlung der Netzhaut durch die Linse von 20 dptr. die Strahlen so konvergent gemacht, daß hinter der Linse im ersten Drittel des Glaskörpers der Brennpunkt zustande kam und divergente Strahlenbüschel die Netzhaut belichteten. Bei Vorschaltung von +15 dptr. kam dagegen der vordere Bulbusabschnitt, die Hornhaut und die Iris in den Bereich einer gleichmäßigen ultravioletten Strahlung. KOEPPE hatte die heilende Wirkung des Lichtes bei der tuberkulösen Iridocyclitis zuerst mit der NERNST-Spalllampe beobachtet und ging von dem Gedanken aus, daß die Bestrahlung des erkrankten Gewebes durch das Wandernlassen des Spalllampenlichtes viel zu kurze Zeit belichtet werde. Er hatte daher durch Verwendung des Bogenlichtes und Zuziehung der Linsensysteme eine mehr flächenhafte, allgemeinere und dauerndere Bestrahlung des erkrankten Gewebes und der Nachbarschaft zu erzielen gesucht.

Die so konstruierte Lampe hatte vor allem alle schädigenden Strahlen des Bogenlichtes auszuschalten.

Der Spektralabschnitt dieser Lampe sollte bis zu zirka 350 $\mu\mu$ reichen. Es mußte also der kurzwellige Teil des Violett, das Ultraviolett, ausgeschieden werden. Die Grenze der sichtbaren Strahlen bildet ungefähr die Fraunhofersche Linie *H* von der Wellenlänge 397 $\mu\mu$. Bei 390 $\mu\mu$ ist die absolute Grenze der noch sichtbaren violetten Strahlen.

SCHANZ teilt das ganze Ultraviolettpektrum von 390 bis 130 $\mu\mu$ in zwei Teile ein, und zwar eine Spektralstrecke von 390 bis 300 $\mu\mu$ — die inneren ultravioletten Strahlen — und die Strecke von 300 bis 130 $\mu\mu$, die er als äußere ultraviolette Strahlen bezeichnet.

Die biochemischen, biophysiologicalen und biopathologischen Wirkungen dieser Strahlen wurden experimentell in einer großen Versuchsreihe von L. FREUND, H. v. SCHRÖTER und JÜNGLING untersucht. Die äußeren ultravioletten Strahlen wirken am intensivsten auf das lebende Gewebe, wie besonders K. W. HAUSSER und W. WAHLE experimentell nachgewiesen haben.

Durch ihre Einwirkung kommt es zu einer heftigen Entzündung, ja bis zur Nekrotisierung des lebenden Zellprotoplasmas. Am Auge selbst können daher diese Strahlen nur ausnahmsweise, wie wir später sehen werden, verwendet werden. Ins Augeninnere können sie niemals eindringen, da sie von der Hornhaut restlos absorbiert werden. Diese äußeren ultravioletten Strahlen sind im Bogenlicht, im Eisenlicht der FINSSEN-Lampe und im Quarzlampe Licht viel reichlicher enthalten als im Sonnenlicht, da sie schon durch Atmosphäre zurückgehalten werden. Das Sonnenspektrum enthält demnach bei höchstem Sonnenstande im Sommer und auf den höchsten erreichbaren Höhen Strahlen nur bis zirka 291 $\mu\mu$ reichend.

KOEPPE schaltet bei seiner Anordnung die gesamten äußeren ultravioletten Strahlen, also bis $300\ \mu\mu$ hinauf, durch Anwendung von Glasoptik und Glasküvette aus.

Das gewöhnliche Glas läßt keine äußeren ultravioletten Strahlen durch, und zwar werden durch ein 1 cm dickes Glas von $305\ \mu\mu$ an abwärts alle Strahlen, bei dünneren Glasschichten aber immer Strahlen von $280\ \mu\mu$ an absorbiert. Wir werden weiter unten sehen, daß bei der Nutzbarmachung dieser Strahlen zu therapeutischen Zwecken Quarzoptik verwendet werden muß und daß zur Filterung dieser Strahlen ein eigenes SCHOTTsches Uviolglas hergestellt wurde, das die Strahlen von $280\ \mu\mu$ bis hinauf zu zirka $490\ \mu\mu$ durchläßt.

Von den inneren ultravioletten Strahlen umfaßt der untere Teil — also die Strahlen von 300 bis $330\ \mu\mu$ — wieder einen Strahlenbezirk, den KOEPPE ebenfalls ausgeschaltet haben wollte, da diese Strahlen nach den Untersuchungen von BIRCH-HIRSCHFELD hauptsächlich diejenigen Reizerscheinungen am Auge hervorrufen, die uns jetzt als die Ophthalmia electrica bekannt sind. Schon WIDMARK ist es gelungen, die Wirkung dieser Strahlen durch Vorschalten eines Filters von saurem Chininsulfat auszuschalten. KOEPPE suchte dies durch eine Filterlösung von 3 cm Schichtdicke mit einer 1%igen Lösung des Glykosids Äskulin zu erreichen. Das Äskulin hält in dieser schwachen Konzentration alle Strahlen zwischen 350 bis $375\ \mu\mu$ zurück, in stärkerer Konzentration alle bis $400\ \mu\mu$!

Um die schädigenden ultraroten Wärmestrahlen abzuhalten, wurde erstens die Glimmerplatte vorgeschaltet und zweitens eine 3 cm weite Glasküvette, die mit einer 5%igen Alaun-, Ferrosulfat- oder Eisenchloridlösung gefüllt war; jetzt verwendet man eine 10%ige Kupfersulfat- oder Kupferazetat-lösung.

Um die blendenden Lichtstrahlen des Bogenlichtes, die spektroskopisch hauptsächlich aus dem Orange, Gelb, Grün und Hellblau bestehen, auszuschalten, benutzte KOEPPE eine 1%ige Gentianaviolett-lösung, die mit der Kupferazetat-lösung und der 1%igen Äskulinlösung in die Glasküvette gebracht wurde.

SCHULEK hat spektroskopisch nachgewiesen, daß die 1%ige Gentianaviolett-lösung aus dem Sonnen-, Bogen-, NERNST- und Nitalicht von allen sichtbaren Teilen nur das Dunkelrot, Indigo und Violett durchläßt. Das bestrahlte Auge empfindet auch bei starker Indigo- und Violettlichtbestrahlung niemals das Gefühl der Blendung!

Der nach dieser Anordnung aus dem Gesamtspektrum des Bogenlichtes übrig gebliebene Teil, der an der Blau-Indigogruppe bei zirka $450\ \mu\mu$ Wellenlänge beginnt und bis zirka $350\ \mu\mu$ Wellenlänge herab ins Ultraviolett reicht, enthält den größten Teil der für unsere Zwecke notwendigen Strahlen. Dabei ist jede Wärmewirkung, jede Blendung und jede durch das äußere Ultraviolett bedingte, schädliche biochemische Wirkung auf das bestrahlte Gewebe sorgfältig ausgeschaltet.

Der ursprüngliche, von KOEPPE konstruierte Apparat wurde späterhin von Prof. HENKER der ZEISS-Werke in Jena mehrfach verbessert.

Die Filterlösung wurde in folgender Weise zusammengestellt.

Kristallviolett 6 B	0,1		Kristallviolett 6 B	0,05
Kupfersulfat	50,0	oder	Kupfersulfat	25,0
Aqua destillata	ad 1000,0		Aqua destillata	ad 1000,0

Damit wurde die Lichtgrenze nach oben bis zu zirka $500\ \mu\mu$ Wellenlänge verschoben, während sie nach unten zu unverändert bleibt.

Derzeit wird der KOEPPESche Bestrahlungsapparat in einer vereinfachten handlichen Form geliefert, wie unser Bild zeigt (Abb. 2).

Die wesentlichen Bestandteile dieses Apparates sind dieselben wie die des ursprünglichen. Eine selbst regulierbare Kohlenbogenlampe, die mittels eines Rheostaten an eine elektrische Spannung von 110 bis 250 Volt angeschlossen werden kann. Die positive Kohle muß die wagrechte sein, sonst geht der größte Teil der Lichtenergie verloren. Vor der Lichtquelle ist das erste Kondensorsystem verschieblich eingebaut, dann kommt eine Glasküvette von 3 cm Lichtweite zur Aufnahme einer 1%igen Kupfersulfat- oder Kupferazetat-lösung, um die Wärmestrahlen abzuhalten.

Es werden weiter von der Firma ZEISS zwei feste Filter geliefert, die blendende Strahlen abzuhalten haben. Für Augenhintergrundbestrahlungen muß man das dunklere Filter verwenden, das die Strahlen von $350\text{ }\mu\mu$ bis $450\text{ }\mu\mu$ durchläßt, also keine Blendung an der Netzhaut verursacht, für den vorderen Bulbusabschnitt ist ein lichter Filter, das Strahlen bis zu $500\text{ }\mu\mu$ Wellenlänge durchläßt. Vor dem Filter befindet sich eine Irisblende, die von der Seite her mittels eines Hebels enger oder weiter gemacht werden kann. Oben trägt die Irisblende einen Aufsatz, der an langen Metallstäbchen sechs verschiedenen große Blenden Scheiben trägt, die sich vor der Irisblende einstellen lassen und je nach Bedarf der Größe variiert werden können, oder es kann der Zwischenraum zwischen je zwei Blenden so eingestellt werden, daß der volle Lichtkegel ins Auge gelangen kann, was für die Bestrahlungen des Augenhintergrundes notwendig ist. Vor dem Blendenrad befindet sich ein dem ersten Kondensorsystem konjugiert angeordnetes zweites Kondensorsystem, in dem die Linsenkrümmungen entgegengesetzt zu dem ersten System gerichtet sind. Vor dem zweiten Kondensorsystem befindet sich nun noch ein drittes, kleines System mit zwei in einer Metallfassung befestigten Linsen. Ihre konvexe Krümmung ist vom Kondensorsystem C_1 weggerichtet. Dieses dritte System kann leicht aus dem Tubus herausgezogen und entfernt werden (Abb. 3).

Der Strahlengang ist nun der, daß der leuchtende Krater der positiven Kohle in der Ebene der Irisblende und das Bild dieser gleichmäßig erleuchteten Blendenöffnung, ohne Vorschaltung des dritten Systems durch die Pupille des bestrahlten Auges im Unendlichen entworfen wird. Dann steht der Augenhintergrund im vollen Lichte, da Parallelbestrahlung die Eintrittspupille des Auges passiert. Beim Einschalten des dritten Systems wird die Blendenöffnung (der Irisblende) in der Eintrittspupillenebene des Auges abgebildet. Mittels der Irisblende können wir nun das bestrahlte Feld des vorderen Bulbusabschnittes größer oder kleiner

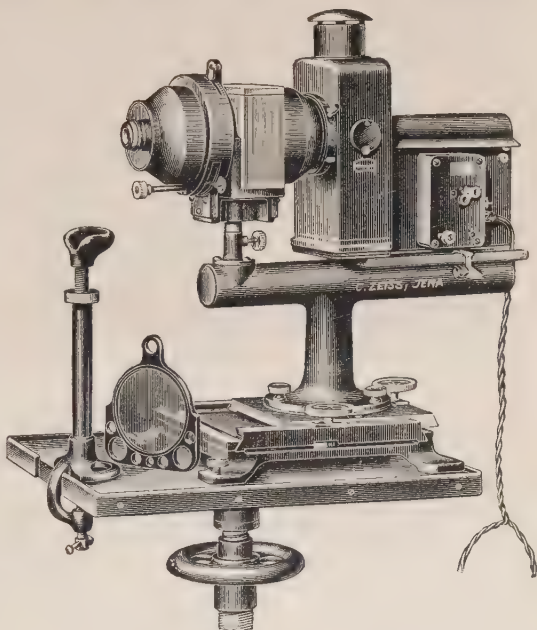


Abb. 2. Koeppescher Bestrahlungsapparat

machen. Mittels der Vorschaltung der verschieden großen Metallblenden können wir je nach Bedarf die Pupille des Patienten abblenden, so daß kein Licht bei Bestrahlungen des vorderen Bulbusabschnittes zur Netzhaut gelangen kann. Wir haben es somit in der Hand — mit oder ohne Vorschaltung des dritten Systems zu bestrahlen — und, wenn mit dem dritten System der vordere Bulbusabschnitt bestrahlt wird — entweder den ganzen Bulbus oder nur die Hornhaut — bzw. Iris zu bestrahlen. Wir können auch — durch Verstellen der Pupillen- und Irisblende — nur den Sphinkter, die Iriskrause oder die gesamte Iris bestrahlen, ohne daß Licht in die Pupille gelangen würde. Die Handhabung des Apparates ist nun in seiner neuen Fassung eine sehr einfache.

Wir schalten zur Hintergrundbestrahlung das dunklere von den zwei Glasfiltern ein — damit jede Blendung, die bei dem helleren Filter bei vielen Patienten noch besteht, ausgeschaltet wird —, nehmen das kleine vorderste dritte Linsen-

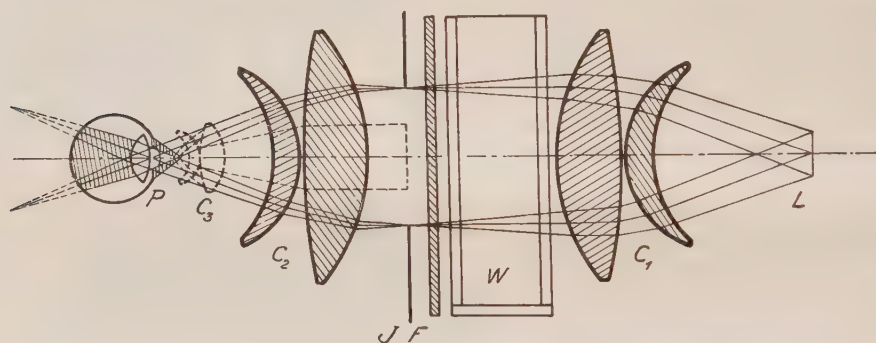


Abb. 3. Schematische Darstellung des Strahlenganges
P Pupille; *C*₃ Kondensorsystem III; *C*₂ Kondensorsystem II; *D* Blendscheibe; *J* Irisblende;
F Uviolglasfilter; *W* Glaskuvette; *C*₁ Kondensorsystem I; *L* Lichtquelle

system heraus, bringen das Auge möglichst nahe an den Apparat, wobei der Patient seinen Kopf auf die vor dem Apparat angebrachte Kinnstütze aufstützt, dirigieren den kleinen, hellen Lichtkreis in die Mitte der mit Atropin erweiterten Pupille und halten diese Stellung des Patienten fest. Der Strahlengang im Auge ist dann noch an der graugrünen Fluoreszenz der Linse sehr schön zu sehen.

Der Patient sieht das ganze Gesichtsfeld gleichmäßig hellblau. Wenn man darauf achtet, kann man bei dieser Anordnung den Blutkreislauf der Netzhaut entoptisch schön beobachten. Für die Bestrahlung des vorderen Bulbusabschnittes schalten wir das hellere Filter ein, schieben das dritte Kondensorsystem in den Tubus, lassen den Patienten wieder das Kinn auf die Kinnstütze auflegen und stellen dann die gewünschte Pupillenblende ein, die bei den Hintergrundbestrahlungen ausgeschaltet war (das Licht muß bei den Hintergrundbestrahlungen durch den Zwischenraum zwischen zwei Blenden gehen), geben der Irisblende durch den seitlich angebrachten Hebel die gewünschte Weite und dirigieren dann den intensiv lichtblauen Lichttring auf das zu bestrahlende Gebiet. Der Patient soll während dieser Bestrahlung nur ein tief dunkelblaues Feld sehen. Sind die Ränder des Feldes hellblau, dann muß eine größere Pupillenblende vorgeschaltet werden. Man kann mit diesem Apparat das gesunde Auge bis zu 20 Minuten lang bestrahlen, ohne daß irgend welche Schädigungen beobachtet worden wären.

Bei pathologischen Zuständen muß das Licht natürlich individuell dosiert werden.

Wir haben gesehen, daß in dem KOEFFESchen Bestrahlungsapparat die ultravioletten Strahlen nur zum Teil für therapeutische Zwecke ausgenutzt werden, da die Strahlen unter $350\ \mu\mu$ ausgeschaltet werden.

Nun hat aber STREBEL gezeigt, daß die chemisch wirksamsten Strahlen die ultravioletten sind, und später L. FREUND, SCHULZ und HASSELBALCH den spektroskopischen Nachweis erbracht, daß die Strahlen bis zu $325\ \mu\mu$ die menschliche Haut in dünnen Schichten zu durchdringen vermögen. Diese kurzwelligen Strahlen werden dann hauptsächlich von dem Blutstrom der Kapillaren absorbiert, wodurch andererseits eine Hyperämie verursacht wird, auf die wir in der Therapie der Augenerkrankungen nicht verzichten können. Das Blut absorbiert dabei die Strahlen zwischen $265\ \mu\mu$ und $240\ \mu\mu$.

Neben der arteriellen Hyperämie und der damit verbundenen Steigerung des Stoffwechsels haben die unterhalb $300\ \mu\mu$ gelegenen Strahlen des äußeren ultravioletten Strahlenbezirkes noch eine besondere bakterizide Wirkung, wie STREBEL als erster nachweisen konnte und die Fähigkeit der Zerstörung von Toxinen und Fermenten in ganz besonderem Maße. BANG hat in seinen Versuchen über die Verteilung der bakterientötenden Strahlen der Kohlenbogenlampe zwei Maxima im Ultraviolett nachgewiesen. Das erste innere Maximum wird gebildet von Strahlen von 360 bis $340\ \mu\mu$ Wellenlänge, das äußere Maximum von Strahlen zwischen 200 bis $300\ \mu\mu$. Der Höhepunkt liegt bei $250\ \mu\mu$. BANG konnte feststellen, daß die bakterientötende Wirkung im äußeren Maximum — zirka 200 bis 300 mal stärker ist als im inneren — und wenigstens 3000 mal stärker als im blauen Teil des Spektrums.

Diese Befunde wurden später durch zahlreiche Nachuntersucher, insbesondere von HERTEL, THIELE, WOLF u. a. m. bestätigt. THIELE und WOLF haben eine besonders starke bakterizide Wirkung der Strahlen zwischen 265 und $300\ \mu\mu$ Wellenlänge gefunden. Hier liegt für das Kohlenbogenlicht auch das Intensitätsmaximum, wie RUBENS und HAGEN nachweisen konnten. Als Ursache der bakteriziden Lichtwirkung müssen wir wohl eine direkte Wirkung der ultravioletten Strahlen auf das Protoplasma der Bakterien annehmen, ohne Vermittlung eines dritten Stoffes, eines sogenannten Sensibilisators, der für die bakterizide Wirkung der längerwelligen Strahlen unbedingt notwendig ist.

THIELE und WOLF haben gezeigt, daß Bakterien bei höherer Temperatur und Anwesenheit von Sauerstoff durch längerwellige Strahlen abgetötet werden, die durch diese Lichtstrahlen von derselben Wellenlänge und Intensität nicht vernichtet werden, wenn: 1. die Temperatur niedriger ist — das Optimum liegt zwischen 30 bis 40° und 2. bei Sauerstoffabschluß.

Die bakterizide Wirkung der längerwelligen Strahlen ist demnach nicht unbedingt an das Vorhandensein eines Sensibilisators gebunden.

Die bakteriziden Eigenschaften der ultravioletten Strahlen bleiben auch in sauerstofffreier Atmosphäre erhalten. Auch die Zerstörung von Fermenten und Toxinen geht nach JODLBAUER und TAPPEINER bei niedriger Temperatur und im absoluten Sauerstoffabschluß nur bei Belichtung mit ultravioletten Strahlen vor sich. Auch die auf chemischer Wirkung beruhende zerstörende Eigenschaft der kurzwelligen ultravioletten Strahlen, insbesondere auf gewisse pathologische Zellformen, kommt für die Therapie in Betracht.

Nach HERTEL ist die Wirkung der Strahlen außerordentlich abhängig von der Absorption. Alle Zellen sind durch Licht reizbar, wenn man Strahlen benützt, die von den betreffenden Zellen absorbiert werden. Der Umstand, daß die Absorption im allgemeinen abnimmt mit der Vergrößerung der Wellenlänge, erklärt die vielfach beobachtete exquisite Wirkung besonders der kurzwelligen ultravioletten Strahlen.

Es wirkt bei den ultravioletten Strahlen die Wirkungsbedingung in der stärker vorhandenen Absorptionsfähigkeit. Als Spender der ultravioletten, kürzeren Wellenlängen wurden im Laufe der Zeit verschiedene Apparate neu ins Leben gerufen.

FINSEN benutzte als Erster das Kohlenbogenlicht, das durch Wasserfilter der Wärmestrahlen beraubt war und mittels Quarzlinen konzentriert wurde, zur Behandlung des Lupus der Haut.

Durch Beimischung von verschiedenen Metallsalzen zu den Kohlen der Bogenlampe wurde der Reichtum des Lichtes an chemisch und biologisch wirksameren Strahlen gesteigert. So entstand die FINSEN-Lampe nach BANG, die Dermolampe und andere Typen mehr.

Im Laufe der letzten Jahre gelang es, die Anreicherung des künstlichen Lichtes mit ultravioletten Strahlen noch beträchtlich zu steigern durch Verwendung des Quecksilberlichtbogens. Der Reichtum des Lichtes der zahlreichen,

im Handel vorkommenden, sogenannten Höhensonnen an ultravioletten Strahlen ist, wie PASSOW gezeigt hat, ein ganz enormer, und wir können daher auch diese Strahlenspende unter gewissen Voraussetzungen für die Therapie des Auges in Anspruch nehmen, aber da es uns bei der lokalen Bestrahlung am Auge selbst seltener um eine Zerstörung oder Abtötung allein zu tun ist, sondern vielmehr um einen gleichzeitigen Reiz auf das gesunde Gewebe, sind diese Lichtquellen für die Lokalbehandlung des Auges meist entbehrlich und werden heute kaum mehr vom Augenarzte verwendet. Sie dienen vielmehr zur Bestrahlung größerer Flächen, meist zu Allgemeinbestrahlungen.

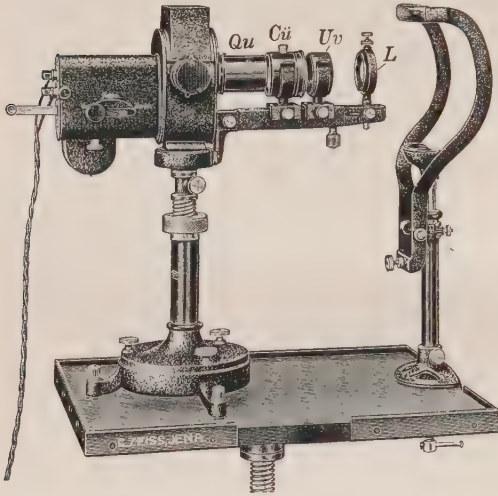


Abb. 4. Bestrahlungslampe nach Birch-Hirschfeld

Für die lokalen Augenbestrahlungen entspricht das kontinuierliche Spektrum des Kohlenbogenlichtes deshalb am besten, da es zugleich, wie FINSEN schon nachgewiesen hatte, auch an ultravioletten Strahlen ziemlich reich ist.

Später hatte HERTEL an Stelle der Kohlen zwei Magnesiumelektroden benutzt und mit dieser Lampe ein Licht von 280 bis 383 $\mu\mu$ Wellenlänge mit einem Maximum an Ultraviolett zwischen 309 und 383 $\mu\mu$ erzielt. Später konstruierte er sich eine Kadmium-Zinklampe, mit der er auch schon viele therapeutische Erfolge, insbesondere bei der Behandlung des Ulcus serpens corneae zu verzeichnen hatte. Die intensivste Strahlung bewegte sich bei dieser Lampe zwischen 274 und 361 $\mu\mu$ Wellenlänge. HERTEL konnte auch nach 50 Minuten langer Bestrahlung keine Schädigung des normalen Gewebes, speziell keine Schädigung des Augeninnern, beobachten.

BIRCH-HIRSCHFELD hat nun in der Verfolgung der Therapie des Ulcus serpens die von VOGT angegebene Kohlenbogenlampe für Rotfreilicht zu einer sehr brauchbaren und handlichen Bestrahlungslampe umgewandelt, indem er die Glasoptik durch Quarzoptik ersetzen ließ und zur Abblendung des sichtbaren Spektrums ein Filter aus SCHOTT'schem Uviolglas, von zirka 2 mm Dicke, das noch Strahlen von 280 bis 490 $\mu\mu$ durchläßt, benutzt.

Zur Abhaltung der Wärmestrahlen wird anstatt der MOHR'schen Lösung, die auch die ultravioletten Strahlen von 340 $\mu\mu$ absorbiert, eine 1%ige Kupfer-

sulfatlösung in destilliertem Wasser verwendet, die die roten Strahlen genügend absorbiert und für das Ultraviolett durchlässig ist. Man kann mit der so adjustierten Lampe, und zwar sowohl mit dem größeren als auch mit dem kleineren Modell alle die Erfolge der Bestrahlungstherapie erreichen, die nur überhaupt erreichbar sind. Wir haben an unserer Klinik die kleine Bogenlampe von der Firma Zeiss, wie sie die Abb. 4 zeigt, bei Gleichstrom von 220 Volt und 5 Ampère Stromstärke verwendet.

Um ein möglichst konstantes Licht zu erzielen, haben wir den Rheostaten mit einem Ampèremeter gekuppelt und können die Stromschwankungen, die als Tagesschwankungen oder infolge Abnutzung der Lampe, insbesondere aber durch den Abstand der Kohlen vorkommen, aber bei der kurzen Dauer der Bestrahlung von ganz besonderer Bedeutung sind, wenigstens zum Teil beheben.

Die mit dem KOEPPESchen Universalbestrahlungsapparat und der Bestrahlungslampe nach BIRCH-HIRSCHFELD — beide von der Firma Zeiss — erzielten Erfolge erstrecken sich nun auf folgende Krankheiten.

1. Krankheiten der Lider und ihrer nächsten Umgebung

- a) Das Hordeolum.
- b) Das Chalazion.
- c) Die Blepharitis.
- d) Die Conjunctivitis follicularis.
- e) Das Trachom.

Auf die tuberkulösen Erkrankungen gehen wir erst in einem späteren Kapitel ein. Bezüglich des Lupus des Lides und der Conjunctiva verweisen wir auf die Arbeit von VOLK in einem früheren Kapitel dieses Buches.

a) **Hordeolum.** Schon im ersten Stadium der Infiltration kann man mit der Bestrahlung, und zwar sowohl mit dem KOEPPESchen Apparat als auch mit der kleinen Bestrahlungslampe beginnen. Man betupft die Haut an dieser Stelle am besten mit einer 2%igen Lösung von Rose bengale und bestrahlt nun bei geschlossenen Lidern, die man je nach Bedarf mit der linken Hand auch in der Weise halten kann, daß die Hornhaut nicht mitbestrahlt wird, man aber zu der Stelle der Infiltration leicht mit dem konzentrierten Lichte gelangen kann. In der rechten Hand behält man die Quarzsammellinse zur genauen Fokussierung. Im Anfang wird man zwei- bis dreimal im Tag bis zu 10 Minuten lang bestrahlen. Nach jeder Bestrahlung fühlt sich der Patient wesentlich erleichtert; die Schmerzen und das spannende Gefühl gehen vorüber. Die Bestrahlungen müssen so lange fortgesetzt werden, eventuell muß rascher hintereinander und durch längere Zeit bestrahlt werden, bis man die Schmerzen dauernd beseitigt hat und den deutlichen Rückgang der Infiltration feststellen kann. Die Wirkung der Bestrahlung müssen wir auf die aktive Hyperämie zurückführen, die durch das Licht unterhalb der Wellenlänge von zirka 320μ an hervorgerufen wird und von da an außerordentlich rasch bis zu 300μ ansteigt.

Die Erweiterung der Blutgefäße und der Lymphbahnen und die damit verbundene Regeneration bzw. die Zerstörung von Toxinen und die raschere Ableitung der Zerfallsprodukte bleibt nach der Bestrahlung mit kurzwelligem Lichte, wie wir aus den zahlreichen experimentellen Arbeiten ersehen haben, viel länger bestehen, als durch die im Prinzip wohl sehr ähnliche Beeinflussung des Prozesses durch Applikation von Wärme.

b) **Das Chalazion.** Auch beim Chalazion erzielt man in den Fällen, wo noch mehr eine lymphozytäre Infiltration ohne derbe Kapselbildung besteht, eine

wesentliche Resorption und in vielen Fällen einen vollständigen Schwund desselben in kurzer Zeit. Wir werden später noch sehen, welche bedeutende Rolle den kürzerwelligen Strahlen für die Neubildung von Blutgefäßen auch in schon älteren Narben der Hornhaut zukommt, und verstehen damit die resorbierende Wirkung bei Bestrahlung des Chalazions. Bei schon verflüssigten, von einer derben Kapsel umschlossenen Herden ist wohl die Spaltung und Ausräumung des Herdes der einzig mögliche Weg.

c) Die Blepharitis ulcerosa und squamosa. Wir bezeichnen mit diesem Namen wohl eines der hartnäckigsten Leiden der Augenlider, das ätiologisch nicht ganz geklärt und therapeutisch so gut wie unbeeinflussbar ist. Es sind wohl zwei nur graduell verschiedene Formen einer, wir müssen sagen, konstitutionellen Erkrankung, von der die befallenen, meist jüngeren Menschen nur nach Jahren oder überhaupt nicht geheilt werden konnten.

Einen Beweis für die Hartnäckigkeit dieses Leidens bietet die Tatsache, daß sich unter diesen Leuten zahlreiche bemittelte Leute befinden, die wegen ihres Leidens sämtliche Universitätsstädte der Welt besuchen, um Rat und Abhilfe zu finden. Man hat zur Behandlung des Leidens die ganze Pharmacopoe herangezogen, doch meist ohne den erwünschten Erfolg. Diätetische Kuren, Salben, Tinkturen und Injektionen haben bisher versagt. Einen untrüglich guten Einfluß hatte der Ortswechsel, insbesondere der Aufenthalt der städtischen Bevölkerung in höheren Regionen. Ich sah viele solcher hartnäckiger Blephariden bei Kollegen nach mehrwöchigem Aufenthalt im Gebirge um 2000 m für Jahre verschwinden. Ich habe daher in anderen Fällen, wo sich der Patient einen solchen Urlaub nicht gönnen konnte, die Behandlung mit der Ultraviolettbestrahlung aufgenommen und in jedem Falle eine rasche Besserung, die in einzelnen, leichteren Fällen in Heilung überging, erzielt. Ob auch die Rezidiven dauernd hintangehalten werden können, ist noch fraglich. Die Bestrahlung wurde nach Sensibilisierung des Feldes mit Rose bengale durch zirka 20 Minuten täglich durchgeführt. In den Fällen der Blepharitis squamosa bekommt man nach der Bestrahlung eine leichte Zunahme der Rötung, hingegen hört der oft lästige Juckreiz und das Brennen der Augen auf. Bei der Blepharitis ulcerosa hört die Sekretion auf, die Borken stoßen sich rascher ab und die Regeneration der normalen Haut wird angeregt. Dabei ist der momentane Erfolg, infolge der rascheren Beseitigung der Ulzerationen, ein viel besserer als bei der squamosa. Die Behandlung muß natürlich subjektiv und durch längere Zeit hindurch durchgeführt werden.

In vielen, besonders hartnäckigen Fällen und bei stark entstellenden Formen der Blepharitis ulcerosa mit fast vollständiger Madarosis, läßt sich mit dem ultravioletten Lichte allein nicht der erwünschte Erfolg erzielen und in solchen Fällen muß man zur Behandlung mit Röntgenstrahlen, die eine viel stärkere Tiefenwirkung haben, greifen. Da kann man, wenn man auch mitunter bis zur Epilationsdosis greifen muß, auch in den schwersten Fällen der Blepharitis eine zumindest auf einige Jahre anhaltende Besserung erzielen. Außer der Beeinflussung der Blutkapillaren und der Lymphgefäße käme bei der Behandlung der Blepharitis ulcerosa die bakterizide Wirkung der ultravioletten Strahlen therapeutisch zur Geltung.

d) Conjunctivitis follicularis. Bei dieser ätiologisch ebenfalls nicht geklärten Erkrankung der Conjunctiva kann man die durch Wucherung des adenoiden Gewebes entstandenen Follikel ohneweiters zum Verschwinden bringen, ohne aber das Rezidiv verhüten zu können. Natürlich sind diese, ihrem Wesen nach sehr unbeständige und sich den therapeutischen Maßnahmen gegenüber sehr

verschieden verhaltende Gebilde auch durch viele andere Mittel, wie leichtes Tuschieren mit *Argentum nitricum*, Instillationen von *Hydrarg. oxycyanat.* 1:3000 u. a. m. sehr leicht zum Verschwinden zu bringen.

e) **Das Trachom.** Obwohl von vielen Autoren, wie LUNDGAARD, GRÖNHOLM, BAUMM, HEGNER, ISAAK, CHOTZEN, KUNICKY u. a. über recht günstige Resultate bei der Behandlung des Trachoms berichtet wurde, ist das Trachom durch die bisher geübte Strahlenbehandlung sicher nicht heilbar. Dafür sprechen die negativen Erfolge vieler anderer Autoren, die sich mit der Licht- und Strahlentherapie des Trachoms befaßt haben.

Der Widerspruch in den guten Erfolgen auf der einen und dem völligen Versagen der Lichttherapie auf der anderen Seite ist wohl nur auf die in der ophthalmologischen Welt herrschende Dehnbarkeit der Diagnose des Trachoms zurückzuführen. Wir bezeichnen klinisch viele Veränderungen der Conjunctiva im Sinne einer Körnerbildung mit dem Namen Trachom, bei denen, wie LINDNER und PILLAT gezeigt haben, niemals der histologische Nachweis von Einschlüssen gelingt. Diese Körner- oder Follikelkatarrhe sind es, die durch die Lichttherapie, aber auch durch viele andere therapeutische Maßnahmen geheilt werden können. Eine Heilung des echten, auch histologisch als solches festgestellten oder klinisch durch die Narbenbildung charakterisierten Trachoms gelingt durch die Bestrahlung allein nicht.

Wir sind wohl imstande, die aus verschiedenen Formen von Histiozyten bestehende Körnerbildung und sulzige Infiltration der Conjunctiva durch Ultraviolettlicht, das ja hier zur Gänze absorbiert wird und dessen zerstörender Wirkung die neugebildeten und nicht vollständig entwickelten Zellen nicht widerstehen können, zum Schwinden zu bringen. Wir haben aber keine Möglichkeit, die Narbenbildung, also das Wesentliche der Erkrankung zu beeinflussen. Da der eigentliche Erreger des Trachoms nicht bekannt ist, ist auch die ganze Strahlentherapie nur aufs Probieren angewiesen.

Da die Penetrationskraft der Ultraviolettstrahlen nur zirka 0,1 mm, die der β -Strahlen des Radiums aber bis zu 5 mm Dicke der menschlichen Haut reicht, ist es viel rationeller, das Trachom mit Radium zu bestrahlen. Man bringt damit sowohl die Körnerbildung als auch die Narbenbildung in einer viel früheren Zeit zum Verschwinden und kann bei gleichzeitiger Behandlung mit dem Kupferstift auch das Rezidiv hintanhaltend, wie L. KUMMER und L. SALLMANN in einer größeren Anzahl von Fällen mit histologisch nachgewiesenem Trachom zeigen konnten.

2. Krankheiten der Hornhaut

- a) Das katarrhalische Hornhautgeschwür.
- b) Keratitis marginalis superficialis.
- c) Herpes corneae.
- d) Das traumatische Hornhautgeschwür.
- e) Ulcus serpens.

a) **Katarrhalische Hornhautgeschwüre** werden am besten nach Betupfen mit Rose bengale mit dem genau fokussierten Lichte der kleinen Bestrahlungslampe behandelt. Am besten empfiehlt es sich, alle Erkrankungen der Hornhaut und nach Möglichkeit auch der Bindehaut, nur unter Kontrolle des Hornhautmikroskopes zu bestrahlen. Man benutzt am einfachsten dazu den Instrumententisch von ZEISS und bringt zwei runde Fußgestelle mit der Höhenverstellung, das eine mit der Bogenlampe, das andere mit dem Hornhautmikroskop ausgerüstet an. Da kann man nun genau wie bei der Spaltlampenuntersuchung

mit der linken Hand die Fokussierung des Lichtkegels, mit der rechten das Hornhautmikroskop bedienen.

Für den schwenkbaren Arm am Instrumententisch ist der Arm der Bestrahlungslampe zu kurz und man kommt nicht genügend nahe an das Auge heran. Für die Beobachtung mit dem Hornhautmikroskop empfiehlt es sich, das reflektierte Licht zu benutzen, da man eine viel bessere Übersicht über das bestrahlte Gebiet hat als bei der direkten Beleuchtung, die, da wir hier keinen Spalt haben, keine genügende Orientierung bietet.

Im reflektierten Lichte sieht man besonders schön die Infiltrationszone und hat damit eine genaue Kontrolle über den Verlauf der Behandlung. Im Bereiche des Geschwüres kommt es schon während der ersten Minuten der Bestrahlung zu einer raschen Abstoßung der nekrotischen Massen. Die Bestrahlung soll im Anfang nicht über fünf Minuten ausgedehnt werden, kann aber dafür zwei- bis dreimal im Tag wiederholt werden. Die Infiltrationszone, die hornhautwärts von dem Geschwürsrande liegt, weicht nur viel langsamer. Nach der ersten Bestrahlung sieht man gewöhnlich den im reflektierten Lichte etwas dunkleren Halbmond unverändert, doch kann am Abend desselben Tages schon eine leichte Aufhellung zu konstatieren sein. Das Verhalten dieses Infiltrationsbogens muß möglichst oft im Tage auch mit der Spaltlampe beobachtet werden, da es ja unter den Geschwüren auch rasch progrediente gibt, die natürlich dann energischer behandelt werden müßten. Andererseits kann man nicht genug vor einer zu energischen Bestrahlung warnen! Wir haben nicht nur die Aufgabe, hier die bakterizide, zerstörende Wirkung der ultravioletten Strahlen zur Anwendung zu bringen, wir müssen uns vielmehr zugleich vor der Zerstörung des noch normalen Gewebes hüten und müssen hier durch die Einwirkung der Reizstrahlen die Abwehrkräfte des gesunden Gewebes heben.

Dazu ist eben die ständige Kontrolle mit dem Hornhautmikroskop unerlässlich.

In der Mehrzahl der Fälle sehen wir schon am zweiten Tage nach den ersten zwei bis drei Bestrahlungen von je fünf Minuten ein Abblassen der Injektion, Reinigung und Epithelisierung des Geschwürsgrundes mit oberflächlicher Vaskularisation, Hellerwerden der Infiltrationszone. Haben die Gefäße den Geschwürsrand erreicht, dann braucht man nur mehr mit geringen Reizdosen die Narbenbildung weiterhin anzuregen, um eine möglichst zarte und durchsichtige Narbe zu erhalten. Über die günstige Beeinflussung der Narbenbildung in der Hornhaut haben BIRCH-HIRSCHFELD und in allerletzter Zeit besonders PASSOW berichtet.

Aller Wahrscheinlichkeit nach spielt das rasche Einsetzen der Vaskularisation dabei die wichtigste Rolle. Man kann nun mittels der Ultraviolettbestrahlung auch dichtere Narben ganz wesentlich aufhellen. Ich habe allerdings immer auf die ersten Bestrahlungen eine Einwanderung und Wucherung von meist oberflächlichen Gefäßen, auch bei Narben, z. B. nach Erosion der Hornhaut oder Verletzungen, die sonst gefäßlos waren, in das Narbengewebe beobachtet und erst nachher kam es dann zu einer Aufhellung, indem um die Gefäße herum Aufhellungsstreifen entstanden, die immer breiter wurden und durch die Masse der Gefäße eben zum Hellerwerden der Narbe führten.

Man sieht, wie schon während der kurzen Dauer einer Bestrahlung die Blutkapillaren weiter werden, sich stärker mit Blut füllen und die Zirkulationsgeschwindigkeit erhöht wird. Setzt man dann einige Tage mit der Bestrahlung aus, so werden die Gefäße wieder nur schlecht mit Blut beschickt, sie werden enger, die Strömung „körnig“. Man hat es also in der Hand, die Narben der Hornhaut stärker oder weniger stark zu durchbluten.

Allerdings bewegen sich diese Strahlenerfolge nur in engen Grenzen. Bei alten oder ganz dichten Narben nach einem *Ulcus serpens* ist der praktische Erfolg nur sehr gering.

Am meisten erreicht man noch, wenn man die Narbenbildung schon mit der Bestrahlung beeinflussen kann.

b) **Die Keratitis marginalis superficialis** wird in derselben Weise wie das katarrhalische Hornhautgeschwür nach Sensibilisierung mit Rose bengale behandelt. Die Erfolge sind bei dieser mehr torpiden Geschwürsform nicht so prompte, nicht so leicht zu verfolgen wie beim katarrhalischen Geschwür. Man kann hier vor allem den schleppenden Verlauf verkürzen, die Nachschübe verhindern, auch die Narbenbildung beeinflussen.

c) **Herpes corneae.** Diese unter verschiedenen Formen und Namen bekannte oberflächliche Hornhauterkrankung ist vor allem wegen ihrer Hartnäckigkeit, der langen Dauer, wegen der ständigen Nachschübe und der schweren Beeinflussung durch Therapeutica gefürchtet.

Allerdings hängt hier der Erfolg der Therapie vielfach von dem günstigen Zeitpunkt des Einsetzens derselben ab.

In den Anfangsstadien der Keratitis dendritica oder der Buchstabenkeratitis besteht meist nur eine lineare oder linear verzweigte Unterminierung des Epithels, das blasenförmig oder besser gesagt schlauchförmig abgehoben, wobei der Zwischenraum mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt ist. Zu dieser Zeit besteht oft gar keine oder nur sehr geringe Infiltration, die im reflektierten Lichte der Spaltlampe an den Rändern des Schlauches oder, wenn das Epithel bereits abgestoßen ist, des Grabens zu finden ist.

In diesem Zeitpunkt kann man mit den gewöhnlichen Mitteln — dem Kupferstift oder durch Kauterisation mit in Karbolsäure getauchten Stieltupfern — dem Prozeß ein für allemal ein Ende machen. Ist es aber zu einer vielfachen Verzweigung und Wiederholung der Unterminierung des Hornhautstromas an ein und derselben Stelle gekommen, dann nimmt auch die kleinzelluläre Infiltration immer mehr zu und es resultiert oft ein mehr flächenhaftes Geschwür, in dem sich Narbenbildung und Infiltration im auffallenden Lichte nicht voneinander unterscheiden lassen, und da ist es nun auch schon differentialdiagnostisch sehr wichtig, sich der Beobachtung im reflektierten Lichte mit der Spaltlampe und dem Hornhautmikroskop zu bedienen. Nur so kann man die Infiltrationszonen, die immer mehr Licht zurückhalten als feste Narben, herausgreifen und mit dem fein gespitzten Kupferstift tuschieren oder auf eine andere Art kauterisieren.

Da aber nach jeder Kauterisation dichtere Narben zurückbleiben, da man ferner nicht immer auch nach mehrfacher Kauterisation des Prozesses Herr werden konnte, suchte man immer schon nach schonenderen und prompter wirkenden Mitteln. So wurde der Herpes schon vor vielen Jahren vielfach der Radiumbestrahlung zugeführt, allerdings ohne den erwünschten Erfolg erreicht zu haben. Nun haben wir in dem Ultraviolettlicht ein Mittel gefunden, das in allen Fällen den Herpes corneae zur Heilung bringen kann.

Wir verwenden zur Behandlung des Herpes die kleine Bestrahlungs-lampe in Verbindung mit dem Hornhautmikroskop, sensibilisieren mit Rose bengale und bestrahlen, indem wir besonders auf die Stellen der frischen Infiltration fokussieren, durch fünf bis zehn Minuten täglich. Es gibt nun keinen anderen Hornhautprozeß, der so prompt auf die Bestrahlung anspricht wie der Herpes. Wir haben gerade in letzter Zeit, im Verlaufe der Grippeerkrankungen, viele und oft schwere, hartnäckige, tiefgreifende Herpesgeschwüre der Hornhaut zu

behandeln Gelegenheit gehabt, die alle in kurzer Zeit nur mit dem ultravioletten Licht und, wenn eine Iritis bestand, mit Atropin zur Heilung gebracht wurden.

Der Heilungsverlauf war je nach der Schwere und Lage des Falles ein verschiedener. Bei den leichten Fällen blieb nur eine zarte, gefäßlose Narbe zurück, bei den schweren, randständigen oder tiefgreifenden Infiltraten kam es meist zuerst zu einer Vaskularisation und natürlich einer dichteren Narbenbildung. Die Iritis wird mit dem Einsetzen der Bestrahlung meist ebenfalls günstig beeinflußt, obwohl mitunter die Iritis länger dauern kann als der Hornhautprozeß.

d) Das traumatische Hornhautgeschwür, das man eigentlich als die Vorstufe des *Ulcus serpens* auffassen muß, wird wegen seiner oberflächlichen Lage durch ultraviolettes Licht sehr günstig beeinflußt. Nach Betupfen des Geschwüres mit Rose bengale schmelzen unter der Einwirkung des ultravioletten Lichtes die oberflächlichen nekrotischen Partien weg und man hat nun die Möglichkeit, auch die tieferen Schichten zu bestrahlen. Da hier der für das *Ulcus serpens* charakteristische progressive Rand fehlt, sind alle Teile des Geschwüres den Ultraviolettstrahlen zugänglich und man erzielt schon nach ein paar Bestrahlungen eine vollständige Reinigung des Geschwüres mit einer zarten Narbenbildung.

e) Das *Ulcus serpens*. HERTEL hat als Erster das Licht in den Kampf gegen das *Ulcus serpens*, die schwerste Hornhauterkrankung, die prozentuell die meisten Opfer an sonst gesunden Augen fordert, eingeführt.

Eine lange Reihe von experimentellen Arbeiten ging diesem Kampfe voran und eigentlich verdankt die Augenheilkunde den Ausbau der Lichttherapie auf ihrem Gebiete dem *Ulcus serpens*.

Nachdem STREBEL im Jahre 1901 die bakterizide Wirkung der ultravioletten Strahlen erkannt hatte, haben S. BANG, THIELE und WOLF, sowie RUBENS und HAGEN die bakterizide Wirkung der einzelnen Strahlenbezirke des Kohlenbogenlichtes, das schon FINSSEN als die beste künstliche Lichtquelle erkannt hatte, studiert (s. o.). HERTEL hatte weiterhin, nachdem er in einer großen Versuchsreihe die Abtötungszeit des *Bact. coli* in den einzelnen Spektralanteilen des kurzwelligen Lichtes von $210 \mu\mu$ bis zu $558 \mu\mu$ studiert hatte, die Abhängigkeit der biologischen Wirksamkeit der einzelnen Strahlenbezirke von ihrer Gesamtintensität hervorgehoben und nachgewiesen, daß die Verminderung der physiologischen Wirkung des Lichtes nach dem längerwelligen Teile des Spektrums zu zunimmt.

Es wurden weiterhin die Durchlässigkeitsverhältnisse der menschlichen Hornhaut studiert und von SCHANZ und STOCKHAUSEN für das Kohlenbogenlicht mittels eines Quarzspektrographen eine untere und totale Absorptionsgrenze von $300 \mu\mu$ an festgestellt. BIRCH-HIRSCHFELD fand einen Wert von $306 \mu\mu$, TAKAMINE und TAKEI, zwei Japaner, den Wert zwischen 297 und $280 \mu\mu$ (s. o.). HALLAUER hatte, wie schon im ersten Teil erwähnt wurde, die Absorptionsverhältnisse der einzelnen Teile des vorderen Bulbusabschnittes festgelegt und nun ging HERTEL an die Schaffung einer Lichtquelle, deren Strahlen zum Teile nur durch die Hornhaut bis zur Linse vorzudringen vermochten, ohne aber die tieferen Teile des Auges zu schädigen — ihr größter Teil somit von der Hornhaut absorbiert wurde und hier der Therapie nutzbar gemacht werden konnte. HERTEL konstruierte die Magnesiumelektrodenlampe und später die Kadmiumzinklampe, deren intensivste Strahlung zwischen 361 und $274 \mu\mu$ sich bewegte. HERTEL hatte weiter mit dem Lichte dieser beiden Lampen die bakterizide Kraft durch die Hornhaut studiert, indem er Quarzbehälter, mit verschiedenen Bakterien gefüllt, in die Vorderkammer von Kaninchenaugen brachte und nun

feststellen konnte, daß die Strahlen bis $280\text{ }\mu\mu$ hauptsächlich Hornhautveränderungen hervorriefen — ohne auf die Bakterien wesentlich zu wirken —, also von der Hornhaut absorbiert wurden, während die Strahlen von $383\text{ }\mu\mu$ glatt durch die Hornhaut durchgingen und die Bakterien abtöteten.

HERTEL setzte die Augen zweimal täglich durch fünf Minuten lang dem Magnesiumlichte und später dem Lichte der Kadmiumzinklampe aus. Die Erfolge waren anfangs sehr befriedigend, aber gerade bei den schweren Formen des Ulcus versagte die Lichttherapie. Auch die Bemühungen SCHANZ' und BIRCH-HIRSCHFELDS, der die kleine Bestrahlungslampe von ZEISS zu diesem Zwecke konstruierte, haben zu keinem befriedigenden Ziele geführt. Wir haben für die Behandlung des Ulcus serpens ebenfalls die kleine Bestrahlungslampe von ZEISS mit einer Stromstärke von 5 Ampère verwendet und gefunden, daß nach Sensibilisierung des Geschwüres mit Fluoreszin oder, wie PASSOW nun gezeigt hat, besser mit Rose bengale, bei frischen, nicht sehr tiefgreifenden Geschwüren, auch mit einem ausgebildeten, progredienten Rand, befriedigende Resultate zu erzielen sind. Man muß unter ständiger Kontrolle des progredienten Randes mit dem Hornhautmikroskop die Bestrahlung so einrichten, daß nach Reinigung des Tränensackes, Durchspülung mit einer 2%igen Optochinlösung und, bei Erkrankung desselben, vorheriger Exstirpation, ferner ständiger Reinhaltung des Bindehautsacks mit derselben Optochinlösung oder einer Optochinsalbe, das Ulcus zuerst durch fünf Minuten bestrahlen. Dabei sieht man, wie die oberflächlichen, nekrotischen Teile des Geschwüres gleichsam wegschmelzen. Das ganze Geschwür erscheint nach der Bestrahlung gereinigt; aber im reflektierten Lichte der Spaltlampe sieht man, daß sich an der Dichte der Infiltration des progressiven Randes nichts geändert hat. Es tritt nachher zunächst ein vermehrter Reizzustand, Chemosis und Zunahme des Hypopyons auf. Nach zirka zwei Stunden wird neuerlich bestrahlt, und zwar unter denselben Bedingungen durch fünf Minuten. Nach weiteren zwei Stunden sieht man schon im reflektierten Lichte der Spaltlampe bei frischen Fällen, ob der progressive Rand sich aufhellt oder nicht, und kann nun im ersteren Falle nach längeren Pausen mit kleinen Reizdosen die Bestrahlung fortsetzen, im letzteren noch ein- oder zweimal mit stärkeren Dosen bis zu zehn Minuten den Versuch machen, des Prozesses Herr zu werden. Leider sieht man oft, daß das Infiltrat, das am Rande des Geschwürs durch die stark gequollene Hornhaut gedeckt ist, durch die Strahlen nicht beeinflußt werden kann. Würde man zu stark bestrahlen, dann würde man auch die angrenzende gesunde Hornhaut schädigen. Somit bleibt in solchen schwereren Fällen, von den schweren ganz abgesehen, der Erfolg der Lichttherapie aus, und wir müssen zu der viel einfacheren, prompten und sicheren Methode der Kauterisation oder noch besser zu der SONDERMANNschen Trepanation greifen, nachdem auch die Optochintherapie und Ionthophorese versagt haben.

PASSOW hatte, nachdem die Ultravioletttherapie versagt hatte, auf Grund seiner zahlreichen Untersuchungen über die photodynamischen Wirkungen einen neuen Sensibilisator, das Rose bengale (Dichlortetrajodfluoreszein) und den längerwelligen Teil des Spektrums in die Therapie des Ulcus serpens eingeführt (s. oben S. 374 f.).

Durch Zusatz von Jodpräparaten gelang es, Photodynamie auszulösen, und es haben sich noch eine Reihe von nicht fluoreszierenden Stoffen als photodynamisch aktiv erwiesen.

PASSOW benutzte als Lichtquelle entweder die Kohlenbogenlampe mit einem Kopakeglasfilter statt des Uviolglases. Das Kopakeglas absorbiert von zirka

385 $\mu\mu$ an abwärts vollständig, so daß das kurzwellige, ultraviolette Licht ausgeschieden wurde, oder er benutzte die HESSsche Hammerlampe.

Er konnte nun in einer Reihe von Versuchen zeigen, daß die längerwelligen Strahlen in Gemeinschaft mit Rose bengale eine viel größere Tiefenwirkung hatten als das bisherige Uviollicht mit Fluoreszein. Die Abtötung der Keime in klaren Medien gelang mit der Hammerlampe ebenso rasch und gut wie mit dem Bogenlichte bis zu einer Tiefe von 0,8 bis 1,0 mm der menschlichen Hornhaut.

In getrübten Medien (dichte Eiteraufschwemmung), sinkt die Bakterizidie des Lichtes der Kohlenbogenlampe auf 0,1 mm und die der Hammerlampe auf 0,05 mm, auch bei Sensibilisierung mit Rose bengale.

Ich habe, nachdem ich schon vor einigen Jahren mehrere Fälle von beginnendem Ulcus serpens nach Sensibilisierung mit 2% Fluoreszein und Be-

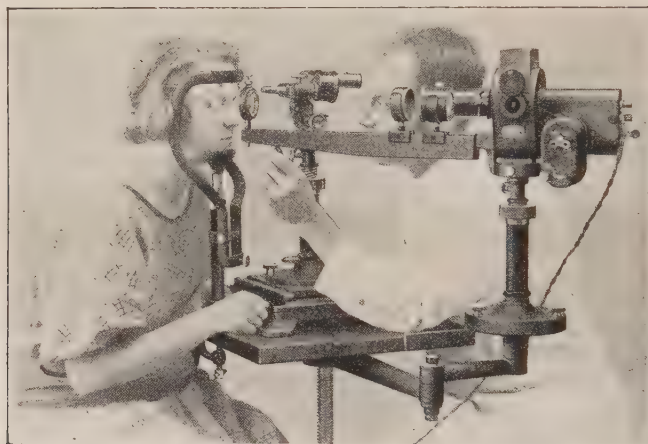


Abb. 5. Kohlenbogenlampe nach Vogt

strahlung mit der Kohlenbogenspaltlampe (Abb. 5) zur Heilung gebracht habe, nach der Bekanntgabe der PASSOWSchen Versuche die Behandlung des leichten beginnenden Ulcus serpens so modifiziert, daß ich zuerst nach gründlicher Vorbehandlung der Bindehaut und der Tränenabflußwege mit der kleinen Uviolampe bestrahlte; mit diesem Lichte können in Verbindung mit Rose bengale die nekrotischen Massen in kürzester Zeit weggeschmolzen werden, und ich habe dann mit dem Lichte der Bogenspaltlampe mit Glasoptik und 1% CuSO_4 -Filter weiter bestrahlt.

Da dieses Licht, wie viele Untersuchungen gezeigt haben, keine Schädigung der Hornhaut hervorruft, kann man mit dem weißen Lichte auch längere Zeit bestrahlen. Ein großer Vorteil der Bogenspaltlampe ist der, daß man hier das Licht punktuell konzentrieren kann und in Verbindung mit dem Hornhautmikroskop die einzelnen Stellen je nach der Dichte ihrer Infiltration mehr oder weniger intensiv bestrahlen kann. Man sieht dann auch in den günstigen Fällen den Fortschritt der Aufhellung im Bereiche des progressiven Randes.

Mit dieser kombinierten Bestrahlungsmethode kann man, wie bereits oben hervorgehoben, beginnende, seichte Ulcera serpentina und Infiltrate um eingesprengte Fremdkörper in der Hornhaut, die ja auch nur schwer zu beeinflussen sind und oft in ein Ulcus serpens übergehen können, mit gutem Erfolge

behandeln. Natürlich muß die Behandlung so eingerichtet werden, daß schon am ersten Tage eine deutliche Aufhellung des progressiven Randes festgestellt werden kann. Dabei kann, wie HERTEL schon berichtete, das Hypopyon etwas ansteigen, gewöhnlich aber nur für kurze Zeit; meist geht es dann am dritten Tage rasch wieder zurück. Man muß gewöhnlich viermal im Tage bestrahlen. Dabei sieht man zu gleicher Zeit, daß die meist schon bestehenden hinteren Synechien, die ja sonst sehr hartnäckig fest sind, unter der Belichtung und auf Atropin schneller gelöst werden als nach Verabreichung auch der kräftigsten pupillen-erweiternden Mittel, wie Adrenalin, Kokain und Atropin allein.

Wir haben diese Methode ferner zur Beeinflussung der neu aufgetretenen Infiltrationen bei kauterisiertem *Ulcus serpens* angewendet und für die Fälle der oberflächlichen Infiltration gute Erfolge erzielt.

Leider ist, wie ja auch die experimentellen Versuche PASSOWS gezeigt haben, bei starker Infiltration der Hornhaut, also in trüben Medien mit der Strahlentherapie nicht der erhoffte Erfolg zu erreichen, und man muß Anfänger davor warnen, schwere Fälle von progressivem *Ulcus serpens* der Strahlentherapie überhaupt zuzuführen. In solchen Fällen darf keine Zeit versäumt werden und, da mit der Lichttherapie das *Ulcus* nicht zum Stillstand gebracht werden kann, muß man zur Kauterisation, am besten mit dem Elektrokauter, oder zur Trepanation des Geschwürs schreiten. Wir haben mit der Trepanation auch in solchen Fällen, die mit der Lichttherapie nicht zum Stillstand gebracht werden können, sehr schöne und befriedigende Resultate erzielt.

Man muß sich dann nur darauf beschränken, in den Fällen nach Kauterisation durch Belichtung mit Reizdosen in Verbindung mit Rose bengale die Narbenbildung so zu beeinflussen, daß sie schneller vor sich geht und daß man eine hellere Narbe erzielt, was ja für manchen Patienten auch ein bedeutender Erfolg ist.

BIRCH-HIRSCHFELD und HOFFMANN haben in einer Reihe von experimentellen Versuchen und Beobachtungen am menschlichen Auge auch histologisch hellere und festere Narben — durch dichtere Lagerung der Fasern — nach Bestrahlung bei *Ulcus serpens* feststellen können.

Natürlich sind die Narben nach den durch Licht allein geheilten *Ulcerata serpentina* unvergleichlich heller und zarter als nach einer Kauterisation oder Trepanation, was besonders für die zentralen Geschwüre von Bedeutung ist.

3. Andere Erkrankungen im Bereiche des vorderen Bulbusabschnittes

Das langwellige, helle Licht der Bogenspaltlampe hat sich nun auch in einer Reihe von anderen Erkrankungen des vorderen Bulbusabschnittes nutzbar erwiesen.

Wenn man nämlich ein Auge im schweren Glaukomanfall — sei es nun ein primäres oder ein sekundäres Glaukom — längere Zeit mit der Bogenspaltlampe beobachtet, so fällt auf, daß sich die matte Hornhaut, die meist einen Einblick in die Vorderkammer nicht erlaubt, nach und nach so aufhellt, daß man dann die Verhältnisse des vorderen Bulbusabschnittes genau studieren und die oft schwere Entscheidung, ob es sich um ein primäres Glaukom oder um eine Iritis mit sekundärer Drucksteigerung handelt, leicht treffen kann. Ich habe nun solche Augen im Glaukomanfall mit der Kohlenbogenlampe bestrahlt und konnte bei der Bestrahlung die Hornhaut aufhellen. Dabei war auch eine Abnahme des Druckes, eine Abnahme der Schmerzen und besseres allgemeines Wohlbefinden bei den Patienten zu konstatieren. An den Augen mit primärem

Glaukom konnte man nun nach Verabreichung von Mioticis eine raschere und kräftigere Wirkung derselben unter dem Lichteinflusse beobachten, insbesondere dann, wenn man das Auge mit Fluoreszein, das ja beim Glaukom ganz rapid durch die Hornhaut in die Vorderkammer übertritt, sensibilisiert hatte. Damit kann man den Patienten aus dem schweren Anfall für einige Zeit herausreißen und besser zur Operation vorbereiten, da sich die Pupille auch noch in den schwersten Fällen etwas verengt, die Hornhaut klarer wird und der intraokuläre Druck etwas herabgesetzt wird. Allerdings ist dieser Erfolg nicht von langer Dauer und daher nicht zu Heilzwecken zu verwenden. Man kann wohl beliebig oft die immer wieder matt gewordene Hornhaut aufhellen, aber man erzielt in schweren Fällen niemals eine dauernde Herabsetzung des Druckes. Die Wirkung des Lichtes müssen wir uns aus den Komponenten der Lichtwirkung auf das Nervensystem nach HERTEL, der Lichtwirkung auf das Gefäßsystem, Gefäßerweiterung und auf das Lymphbahnsystem zusammengesetzt vorstellen.

Auch die kräftigere Wirkung der Mioticis ist wohl auf die raschere Resorption derselben durch die erweiterten Lymph- und Blutgefäße zurückzuführen.

K. SONNE hat gezeigt, daß durch intensive Bestrahlung mit sichtbaren Lichtstrahlen die Temperatur des Blutes in den Gefäßen und der Haut — und dasselbe müssen wir auch für die Bindehaut und zum Teil für die Irisgefäße annehmen — bis auf 47 bis 48° hinaufsteigen kann. Wir hätten mit der Bestrahlung eine Wirkung, die wir sonst mit den heißen Umschlägen zu erzielen bestrebt sind, in erhöhtem Maße erreicht. Auch die Wirkung des Dionin kann durch die Lichteinwirkung ersetzt werden.

Haben wir es mit einer Iritis mit sekundärer Drucksteigerung infolge Seclusio pupillae zu tun, so können wir die Wirkung der Mydriatica verstärken. Ich sah unter der Einwirkung des Kohlenbogenlichtes Synechien schmelzen, die tagelanger höchstmöglicher Darreichung von Mydriaticis getrotzt haben.

Dieser Umstand ist besonders beim Ulcus serpens, bei dem einmal bestehende Synechien fast niemals mehr mit den gebräuchlichen Mitteln zu beseitigen sind, von größter Wichtigkeit.

In Fällen einer frischen Exsudation in die Vorderkammer, wie bei beginnendem Ulcus serpens oder bei Fremdkörpern in der Hornhaut, beginnender endogener Iritis sieht man das wolkenartig im Kammerwasser hängende Exsudat nach Belichtung mit dem Kohlenbogenlichte schwinden oder sich zusammenziehen.

Auch in Fällen einer perforierenden Verletzung mit Exsudation in die Vorderkammer kann man dieses Exsudat durch mehrmalige Bestrahlung zum Verschwinden bringen.

Es gelingt ferner, bei Infektion nach perforierender Verletzung, die Vorderkammer durch Bestrahlungen mit der Bogenspaltlampe zu „sterilisieren“. Wir haben auch in den schweren Fällen, wo die Vorderkammer mit eitrigem Exsudat erfüllt, die Hornhaut matt und undurchsichtig war, nach Sensibilisierung des Kammerwassers durch intraglutäale Injektion von 10 ccm einer 2%igen Fluoreszeinlösung und Joddarreichung, da durch Jod, wie schon früher erwähnt, die photodynamische Wirkung wesentlich verstärkt wird, mit Bogenlicht bestrahlt und das eitriges Exsudat innerhalb kurzer Zeit zum Verschwinden gebracht. Wichtig ist dabei wieder der erzielte Erfolg des ersten Tages, da das Fluoreszein nach 24 Stunden aus der Vorderkammer verschwindet und auch das Jod ausgeschieden wird. Wir haben deshalb am ersten Tage unter Beobachtung mit dem Hornhautmikroskop öfters bis zu 20 Minuten lang bestrahlt. Man sieht, wenn man mit den Bestrahlungen Erfolg gehabt hat, nach der dritten

oder vierten Bestrahlung, daß die Exsudation, die sich sonst immer ziemlich schnell wieder in der Zunahme der Trübung des Kammerwassers bemerkbar macht, nicht mehr zunimmt.

Leider kann man mit dieser Methode auf die hinter der Iris gelegenen Teile übergegangene Infektion gar keinen Einfluß nehmen und die Augen gehen dann trotz des guten Strahlenerfolges im Bereiche des vorderen Bulbusabschnittes an einem Glaskörperabszeß zugrunde.

4. Die tuberkulösen und auf tuberkulöser Grundlage entstandenen Erkrankungen des Auges

Neben dem Ulcus serpens sind es die tuberkulösen Augenerkrankungen, bei denen der Wunsch der Augenärzte nach einem geeigneten Heilmittel zum Ausbaue der Lichttherapie so viel beigetragen hat.

So hatte schon STREBEL die Blepharo-Conjunctivitis ekzematosa mit Licht behandelt. Ebenso hat auch Maklakoff über Bestrahlungsbehandlung bei Keratitis ekzematosa berichtet und MENACHO und SULZER sahen eine bessere Aufhellung der Narben nach skrophulösen Hornhautgeschwüren.

Man kann mit dem ultravioletten Licht, kleine Bogenlampe und Beibehaltung der Technik, wie wir sie für die Bestrahlung der Blepharitis angegeben haben, die Blepharitis scrophulosa und auch die Ekzeme der Haut zur schnelleren Abheilung bringen. Nach Sensibilisierung der Stellen mit Rose bengale bestrahlt man am besten öfters im Tage 5 bis 20 Minuten lang. Über gute Erfolge berichten SCHANZ, AXMANN, CHOTZEN und KUNITZKY.

Der Heilerfolg ist bei den skrofulösen Erkrankungen nicht immer ein prompter und schnelle Heilungen der skrofulösen Liderkrankungen bei entsprechender Pflege auch ohne Lichttherapie nicht selten.

In den Fällen von Kerato-Conjunctivitis, bei denen ein starker Tränenfluß und Lichtscheu besteht, kann man durch Bestrahlungen mit dem Ultraviolettlicht die Lichtscheu verhältnismäßig rasch beseitigen.

Über die Behandlung der lupösen Lidhaut- und Bindehauterkrankung hat VOLK in diesem Buche berichtet. Auf die miliaren Phlyktänen der Conjunctiva hat man mit der Lichtbehandlung keinen wesentlichen Einfluß zu verzeichnen, da ja gerade diese Veränderungen vielfach durch die stärkere Strahlung der Frühjahrssonne bedingt sind. CHALUPECKY sah auch nach Bestrahlung der Conjunctiva mit ultraviolettem Licht Phlyktänen auftreten. Andererseits ist diese Krankheitsform eine so leichte und flüchtige, daß man nie ein klares Bild über einen Lichterfolg erlangen kann. Hingegen können die größeren, solitären Phlyktänen am besten mit der kleinen Bogenlampe oder dem KOEPPESchen Bestrahlungsapparat viel schneller zum Zerfall und zur Resorption gebracht werden.

Für die ekzematösen Hornhautgeschwüre gelten bei der Lichtbehandlung dieselben Regeln, die schon oben für die Hornhautgeschwüre anderer Ätiologie festgelegt wurden. Man erzielt auch hier wieder eine rasche Beeinflussung der Lichtscheu und des Blepharospasmus, ferner einen rascheren Zerfall des Infiltrates, raschere und reichliche Vaskularisation des Geschwüres und damit eine viel bessere Aufhellung der Narben nach solchen Hornhautgeschwüren.

Wir haben für die Bestrahlung sowohl die KOEPPESche Universalbestrahlungslampe in der Justierung zur Bestrahlung des vorderen Bulbusabschnittes als auch die kleine Bogenlampe verwendet. Das Geschwür wurde regelmäßig mit Rose bengale betupft.

Über günstige Erfolge von Lichtbehandlung der ekzematösen oder skrofulösen Hornhautgeschwüre und tiefen Infiltrate berichten ferner KOEPPE, SCHANZ, AXMANN, CHOTZEN und KUNITZKY.

Schwer bleibt nun die Beurteilung der Erfolge der Lichttherapie bei der Hornhauttuberkulose, der tuberkulösen Episkleritis, Skleritis mit tiefer Keratitis, ferner Iristuberkulose, Iritis tuberculosa und schließlich der tuberkulösen Augenhintergrundserkrankungen. Auf der einen Seite werden bei Behandlung der Keratitis tuberculosa, Episkleritis und Skleritis und insbesondere der tuberkulösen Iriserkrankungen überraschend gute Erfolge gemeldet (KOEPPE, AXMANN, SCHANZ, BIRCH-HIRSCHFELD, CHOTZEN, KUNITZKY, JENDRALSKI), auf der anderen Mißerfolge oder dieselben guten Resultate mit der Tuberkulinbehandlung allein erzielt. Es ist auch heute schwer zu sagen, wie weit die Lichttherapie hier leistungsfähig ist, da sich trotz ihrer sonst guten Resultate niemand getraut, sich bei der Behandlung der tuberkulösen Augenerkrankungen auf sie allein zu verlassen. Die Lichttherapie wurde immer nur in Verbindung mit der Tuberkulinkur angewendet und da bemerkt GILBERT mit Recht, daß in vielen Fällen in derselben Zeit ohne Lichtbehandlung ein spontanes Verschwinden von tuberkulösen Effloreszenzen in der Hornhaut oder auf der Iris beobachtet werden kann, und jedem mit der Tuberkulinbehandlung vertrauten Augenarzt sind solche „Erfolge“ vielfach bekannt.

Man hat sich deshalb auch in der Augenheilkunde immer nur sehr reserviert gegenüber der Lichttherapie verhalten und dieselbe vielfach abgelehnt.

Nun, diese Zurückhaltung hat wohl ihre berechtigten Gründe! Das Licht ist in der Hand des Unkundigen ein zweischneidiges Schwert und oft genug wurde schon mit der Lichttherapie den Menschen viel mehr Schaden am Auge zugefügt als Nutzen. Wir sind mit unseren modernen Untersuchungsmethoden gewohnt, die tuberkulösen Veränderungen im Bereiche des vorderen Bulbusabschnittes und mit dem Augenspiegel in der Netzhaut und der Aderhaut genauestens beobachten zu können, und drängen und suchen nach Methoden, die tuberkulösen Infiltrate vor unseren Augen „wegzuschmelzen“, ohne Rücksicht darauf, wie der übrige Organismus und das übrige Auge diese Trümmer ebenso rasch abschaffen und in sich aufzunehmen imstande ist. Wir haben in der Tuberkulinbehandlung ein Mittel in der Hand, das sicher wirkt und hilft, aber es hilft nur langsam und deshalb suchen wir nach Besserem. SORGO mahnt mit Recht, das Licht nur mit Maß und mit der größten Vorsicht zu verwenden. Wir können dem Menschen, der schwer an dem Karren seiner Krankheit zieht, nicht einfach dadurch helfen, daß wir seinem Karren einen möglichst energischen Stoß versetzen. Dem einen hilft's, dem anderen schadet's — das hängt davon ab, ob sich der Mensch mit seinem Karren bergauf oder talwärts bewegt. Daher müssen wir die Hilfe dosieren, die Behandlung individualisieren.

Daß das Licht einen mächtigen Faktor in dem Kampfe gegen die Tuberkulose darstellt, darüber gibt es keinen Zweifel mehr. Davon geben uns die jahrhundertelangen Erfahrungen über die gegenseitigen Beziehungen zwischen den günstigen klimatologischen Verhältnissen und der Ausbreitung der Tuberkulose einen zwingenden Beweis. Wir haben gerade in der letzten Zeit oft erfahren, wie selten die tuberkulösen Augenerkrankungen in einzelnen, höheren Regionen, z. B. Davos-Schweiz, in den südlichen Gebieten von Indien, Südafrika usw. sind und wie kolossal diese Erkrankungen in den Großstädten Mitteleuropas verbreitet sind.

Die Frage, in welcher Weise das Licht den Menschen in seinem Kampfe mit dem Tuberkelbazillus unterstützt, ist bis heute noch nicht entschieden.

FLEMMING und KRUSIUS haben nach Verimpfungen von Tuberkelbazillen in die Hornhaut und in die Vorderkammer im Experiment nachgewiesen, daß tatsächlich ein elektiver Einfluß der Sonnenstrahlung auf die Entwicklung der Bakterien besteht — im Sinne einer Bakterizidie, und zwar haben die Sonnenstrahlen in einer Höhe von 5000 m eine dreifach so starke hemmende bzw. bakterizide Kraft als die Sonnenstrahlen des Tieflandes.

Weitere Untersuchungen haben wieder ergeben, daß sich Sonnenstrahlen bezüglich ihres heilenden Einflusses bei Hornhaut- und Iristuberkulose genau so verhalten wie die Strahlen der künstlichen Lichtquellen (SEIDEL).

Mit der Frage der bakteriziden Wirkung des Lichtes, speziell auf den Tuberkelbacillus haben sich nach den grundlegenden Arbeiten von DOWNES und BLUNTS sowie STROBELS, insbesondere R. KOCH und FINSSEN beschäftigt.

An eine direkte Abtötung des Tuberkelbacillus im erkrankten Gewebe ist bei der Sonnenbestrahlung allein wohl nicht zu denken, da ja die Strahlen schon von der Oberfläche des menschlichen Körpers vollständig absorbiert werden und daher eine ganz minimale Tiefenwirkung entfalten. Etwas größere Tiefenwirkung und eine tatsächliche Abtötung der Tuberkelbazillen in einer unvergleichlich kürzeren Zeit, als es die Sonnenstrahlen vermögen, erreichte FINSSEN mit seinem Konzentrationsapparate, den er zur Behandlung des Lupus ersonnen hatte. Aber auch hier beträgt die Tiefenwirkung nur wenige Millimeter. Auf die tiefer sitzenden Tuberkelbazillen haben wir also keinen direkten Einfluß. Das gilt insbesondere auch für die tuberkulösen Erkrankungen des Auges selbst, da kann das Licht nur ein unterstützender Heilfaktor sein.

Wie wir uns nun diese zweite Wirkung vorstellen können, darüber geben uns einige experimentelle Arbeiten einen Anhaltspunkt. Hier ist auf die von den Dänen C. SONNE sowie von HAXTHAUSEN beschriebene starke Erwärmung der Gewebe durch leuchtende Strahlen, ferner auf die bekannte Fernwirkung der Allgemeinbestrahlung zu verweisen.

C. SONNE hat nach Bestrahlung des Körpers mit sichtbaren Strahlen, die bekanntlich dem Körper die größte Kalorienmenge zuführen können, ohne unangenehm empfunden zu werden, eine Temperatursteigerung in der Haut bis auf $47,5^{\circ}$ erreicht. Da die Lichtstrahlen zum größten Teil durch das in den Kapillaren kreisende Blut absorbiert werden, kommt es bei einer universellen intensiven Sonnenbestrahlung zu einer Temperatursteigerung im peripheren Gefäßsystem, die weit über die höchsten Fiebertemperaturen hinausgeht. Bei der FINSSEN-Lichtbestrahlung erzielte HAXTHAUSEN im kranken Gewebe, insbesondere aber im Lupusgewebe Temperaturen bis $55,4^{\circ}$. SONNE hat dabei keine wesentliche Erhöhung der Allgemeintemperatur des Körpers feststellen können oder nur eine geringfügige um $0,4$ bis $0,6^{\circ}$. Aus dieser Tatsache würde sich die direkte Nutznießung dieser Temperatursteigerung für die Abtötung der Tuberkelbazillen ergeben (s. o.).

Für die tieferen Prozesse ist die bakterizide Wirkung des Lichtes, die ausschließlich in der direkten Einwirkung auf die Bakterien beruht, ohne unmittelbare Bedeutung.

Für die Erklärung dieser Heilungsvorgänge hat PINCUSSEN eine Theorie aufgestellt, die besagt, daß die direkte Wirkung der ultravioletten Strahlen im wesentlichen eine für alle Lebensvorgänge schädliche ist. Fermentative Prozesse werden gehemmt und bei intensiver Bestrahlung sterben lebende Zellen ab. Dabei können aber äußerst vorteilhafte Wirkungen für den übrigen Organismus auftreten, wie Spaltungs- und Oxydationsprozesse, die für den Heilverlauf von Bedeutung sein können. PINCUSSEN denkt sich, daß dadurch, daß die Lichtstrahlen während des Lichtbades die oberflächlichen Hautzellen abtöten, Fer-

mente oder andere ähnliche Stoffe aus diesen Zellen frei werden, die vom Organismus aufgenommen werden und diesem zum Vorteil gereichen. So konnte unter anderem PINCUSSEN nach einem Lichtbade erhöhten Blutzucker beim Diabetes und eine erhöhte Harnsäuredekompensation bei der Arthritis urica erzielen. COLEBROOK, STILL und EIDENOW haben nachgewiesen, daß die bakterizide Kraft im Serum nach einem Lichtbad vorübergehend ansteigt, und zwar vorerst nur nach einer Ultraviolettbestrahlung, bei stärkerer Intensität auch nach Ultrarotwirkung, wenn die Hautoberfläche stärker verbrannt wird. Dabei sind immer nur die die Hautzellen tötenden Strahlen die wirksamen.

Wir wissen also, daß sich zu der lokalen bakteriziden Wirkung der Lichtstrahlen die zweifellos vorhandene Fernwirkung auf unbestrahlte tuberkulöse Herde hinzugesellt, deren Bedeutung vor allem JESONEK erkannt hatte. Wir sehen eine Fülle von Faktoren sich um den Heilungsprozeß gruppieren, ohne daß wir vorerst ein klares Bild über diese Vorgänge gewinnen könnten. Aber die Hypothese über die angedeutete Wirkungsart der Lichttherapie hat einen richtigen Ansporn zu weiteren Arbeiten gegeben, und wir wollen hoffen, daß der empirisch gefundene Einfluß des Lichtes bei der Heilung der Tuberkulose auch in Kürze die wissenschaftliche Erklärung finden wird.

Einen kleinen Schritt auf diesem Wege bedeutet auch die interessante Beobachtung von HAXTHAUSEN. Er hat gezeigt, daß, wenn man menschliches Fett mit Äther extrahiert und in einer Schale eindampft, dasselbe keine Wirkung auf eine photographische Platte zeigt. Ist aber die menschliche Haut vor der Prozedur einem Lichtbad ausgesetzt worden, so wirkt dann das Fett in ausgesprochener Weise auf die Platte. Vielleicht wird von den Tuberkulinpräparaten auch eine sensibilisierende Wirkung ausgeübt.

Ich konnte bei einer Patientin, die im Winter, nachdem sie schon längere Zeit keiner intensiveren Bestrahlung ausgesetzt war, nach einer Injektion von 0,1 mg Tebeprotin an den Stellen, die sonst dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, eine Dermatitis beobachten, die in ihrem klinischen Bilde und ihrem Verlaufe einer Lichtdermatitis bei Hydroakranken sehr nahe stand.

Wir sehen also, daß die Lichtstrahlen, zumindest im Bereiche der Haut, ganz bedeutende Veränderungen, die wir nur noch nicht genau analysieren und deuten können, hervorzurufen imstande sind.

Die Heilwirkung des therapeutisch verwendeten Tuberkulins kann durch die Sonnenstrahlung ganz wesentlich beeinflußt werden. Schon HAMBURGER hat darauf seinerzeit hingewiesen. Ich selbst habe diesen Einfluß des Lichtes bei der Einführung des Tebeprotins auf der Klinik des Herrn Prof. MELLER, als einen ganz hervorragenden Faktor kennen gelernt. Wir haben im Vorjahr, im Frühjahr, mit der Behandlung der tuberkulösen Augenerkrankungen mit diesem Mittel begonnen und waren von den überraschend guten Erfolgen begeistert. Da an unserer Klinik die Behandlung mit den verschiedenen Tuberkulinen nach den Vorschriften unseres Vorstandes, des Herrn Prof. MELLER, seit Jahren durchgeführt wird, haben wir uns auch ein gewisses Maß für die Leistungsfähigkeit dieser Methode schon angeeignet. Das Tebeprotin, ein toxinfreies Präparat, hat unsere Erwartungen durchwegs übertroffen!

Nun kam der Herbst und der Winter und brachte uns abermals viele Fälle von Augentuberkulose. Aber ihre Behandlung mit Tebeprotin — unter denselben Bedingungen — ergab nicht mehr denselben Erfolg. Im Frühjahr sind wieder Prozesse, die den ganzen Winter hindurch als absolut unbeeinflußbar sich erwiesen, in wenigen Tagen überraschend schnell besser geworden. Welches Tuberkulinpräparat und welche Lichtstrahlen am wirksamsten sind, werden weitere Versuche lehren.

Alles in allem müssen wir sagen, daß wir die geheimen Vorgänge bei der Lichttherapie in keinerlei Weise erschöpfend zu erklären vermögen, auch dort, wo wir einen tatsächlichen therapeutischen Effekt zu verzeichnen haben. Wahrscheinlich beruht die heilende Wirkung nicht auf einer einheitlichen Grundlage. Wir wollen hoffen, daß die weitere Erforschung der einzelnen oben besprochenen Faktoren, vereint mit der Tuberkulinbehandlung, zu dem ersehnten Ziele führen wird, wo mit den bisherigen Methoden der erwünschte Erfolg nicht zu erreichen war.

Literatur

- AXENFELD und STOCK: Dtsch. med. Wochenschr., S. 391, 1911, und Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 49, S. 28, 1911. — AXMANN: Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 5, 1907. — DERSELBE: Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 15, 1906. — BANG, S.: FINSSENS Mitt., H. 9, 1905. — BEHR, C.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 82, S. 509, 1912. — BERGMEISTER, R.: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 53, S. 175. — BERNEAUD: Münch. med. Wochenschr., Nr. 29, 1914. — BERNHARD, F.: Münch. med. Wochenschr., Nr. 14, S. 427, 1924. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., S. 71, 1924. — BERNHEIMER: Arch. f. Augenheilk., Bd. 70, S. 1, 1911. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 16, S. 579, 1913. — BEST, F.: Jahresber. f. d. ges. Ophth., S. 94, 1920. — BIRCH-HIRSCHFELD, A.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 58, S. 469. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 59, S. 229, 1904. — DERSELBE: Ergebn. d. allg. Pathol. u. pathol. Anat., S. 553, 1906 bis 1909. — DERSELBE: Ergebn. d. allg. Pathol. u. pathol. Anat., S. 483, 1910. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 71, S. 573, 1909. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 47, S. 26, 1909. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 21, S. 385, 1909. — DERSELBE: Ergebn. d. Pathol. d. Auges, S. 603ff., 1910 bis 1913. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 28, 1912. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 45, S. 199, 1921. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 50, S. 135, 1923. — BOSSUET, A.: Arch. f. Augenheilk., Bd. 64, S. 277, 1909. — BRÜCKNER: Arch. f. Augenheilk., Bd. 56, S. 352, 1906. — BUSEK, G.: FINSSENS Mitt., 1903. — BUSSE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 75, S. 340, 1910. — CHOTZEN und KUZNETZKY: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 60, 1918. — CRAMER, E.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 45, S. 47, 1907. — DAVIDS: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 69, S. 231, 1909. — DEUTSCHMANN, R.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 28, S. 240, 1882. — DIMMER: Wien. klin. Wochenschr., Nr. 19, 1922. — DORNO, C.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 104, S. 170, 1921. — DERSELBE: Lehrbuch der Strahlentherapie, 1923. — DERSELBE: Naturwissenschaften. Berlin, 1924. — DERSELBE: Strahlentherapie. 1924. — DERSELBE: Band I des Davoser Forschungsinstitutes. 1924. — DERSELBE: Naturwissenschaften, 12. Jahrg., H. 47, 1924/25. — DERSELBE: und LOEWY, A.: Annalen der Schweizerischen Gesellschaft für Balneologie und Klimatologie, Bd. XX, S. 14ff. — DORNO, C.: Die Umschau. 1926, H. 12. — DERSELBE: Verhandlungen der Klimatologischen Tagung Davos. Benno Schwabe & Co., Basel. 1925. — DERSELBE: Strahlentherapie. 1926. — DERSELBE: Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie. 1926. — ELSCHNIG, A.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 69, S. 732, 1922. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 70, S. 325, 1923. — ENGELKING: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 64, S. 56, 1920. — DERSELBE: Verhandl. d. a. o. Tagung d. ophth. Ges., Wien, 1921, S. 251. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 71, S. 109, 1923. — ESSER: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 74, S. 232, 1925. — FINSEN, N. R.: Die Bekämpfung des Lupus vulgaris. Jena. 1902. — DERSELBE: Über die Bedeutung der chemischen Strahlen des Lichtes für Medizin und Biologie. Leipzig: F. C. W. Vogel. 1899. — DERSELBE: Über die Anwendung von konzentrierten chemischen Lichtstrahlen in der Medizin. Leipzig: F. C. W. Vogel. 1899. — DERSELBE und FORCHHAMMER: FINSSENS Mitt., Bd. 5 und 6, 1904. — FLEISCHER: Arb. a. d. Geb. d. pathol. Anat. u. Bakteriologie a. d. pathol. Inst., Tübingen, Bd. 9, S. 12. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 52, S. 769. — DERSELBE: Heidelberger ophth. Ges., 1923, 1924. — FLEMMING und KRUSIUS: Heidelberger

Ber., 1911; Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 35, 1911. — FREUND, L.: Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, 1901. — FUCHS, E.: Lehrbuch der Augenheilkunde. — GILBERT, W.: Arch. f. Augenheilk., Bd. 82, S. 179, 1917. — DERSELBE: Handb. d. ges. Augenheilk., Bd. 5, Kap. 6. — GINELLA, A.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 114, S. 483, 1924. — GRÖNHOLM: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 80, 1911. — HAAB, O.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 35, S. 213, 1897. — DERSELBE: Korrespondenzbl. f. Schweizer Ärzte, S. 383, 1882. — HALLAUER, O.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 47, S. 721, 1909. — HASSELBALCH: Skandinav. Arch., 1911. — DERSELBE: Chemische und biologische Wirkungen der Lichtstrahlen. Vortr. a. d. 4. intern. Kongr. f. Physiotherapie, Berlin, März 1913. — HAUSMANN, W.: Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung, 1912. — DERSELBE: Strahlentherapie, Bd. 9, 1919. — DERSELBE: Grundzüge der Lichtbiologie und Lichttherapie. Berlin-Wien, 1923. — HEGNER: Dtsch. med. Wochenschr., S. 2266, 1911. — DERSELBE und BAUM: Berlin. klin. Wochenschr., Nr. 29, 1910. — HEINE: Med. Klinik, S. 1777, 1912. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 71, S. 70. — HERRENSCHWAND, v.: Arch. f. Augenheilk., Bd. 68, S. 33, 1911. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 71, S. 104, 1912. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 91, S. 58, 1922. — HERTEL: Ber. d. ophth. Ges., Heidelberg, 1903 und 1907. — DERSELBE: Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 4, S. 1, 1904. — DERSELBE: Arch. f. phys. u. diät. Therapie, Bd. 10, Nr. 2, S. 69, 1905. — DERSELBE: Nichtmedikamentöse Therapie des Auges. Handb. GRAEFE-SAEMISCH, Bd. 3, Nachtrag. — DERSELBE: Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 5, Nr. 1, 1905. — DERSELBE: Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 5, Nr. 4, 1905. — DERSELBE: Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 6, Nr. 1, 1906. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 2, S. 187, 1907. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 66, 1907. — DERSELBE: Zeitschr. f. allgem. Physiol., Bd. 6, Nr. 44, 1907. — DERSELBE: Vers. dtsch. Naturf. u. Ärzte, Karlsruhe, 25. 9. 1911. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 26, S. 393, 1911. — DERSELBE: Samml. zwangl. Abh. a. d. Geb. d. Augenheilk., Bd. 9, H. 7, 1914. — DERSELBE und HENKER: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 73, S. 590, 1910. — † HESS, v. C.: 7. period. internat. ophth. Kongr., Heidelberg, 1888. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., 1903. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 57, S. 185, 1907. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 59, S. 1, 1908. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 68, H. 2, 1909; Bd. 64, H. 3, 1909. — DERSELBE: Handb. d. ges. Augenheilk., 3. Aufl., S. 106, 1911. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 75, S. 127, 1913. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., S. 1325, 1920. — HIPPEL, A. v.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 59, S. 1, 1905. — DERSELBE: Ber. über d. 32. Vers. d. Heidelberg. ophth. Ges., S. 136, 1905. — HIPPEL, E. v.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 65, S. 326, 1907. — DERSELBE: Med. Klinik, H. 44, S. 1077, 1919. — HIRSCHBERG, J.: Berlin. klin. Wochenschr., Nr. 6, 1898. — DERSELBE: Zentralbl. f. Augenheilk., S. 113, 1898. — DERSELBE: Verhandl. d. Berlin. med. Ges., 1898 bis 1899. — HIRSCHFELD: Zeitschr. f. Augenheilk., 1909. — VAN DER HOEVE, J.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 98, S. 49, 1919. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 116, H. 2, S. 245, 1925. — HOFFMANN: Dtsch. ophth. Ges., Heidelberg, 1925. — IGRERSHEIMER: Heidelberger Ber., S. 235, 1920. — DERSELBE: Sitz. d. dtsch. ophth. Ges., Jena, 10. 7. 1922. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 69, S. 226, 1922. — ISAACK, J.: Westn. ophth., Bd. 30, 1913/14. — JESIONEK: Münch. med. Wochenschr., Nr. 9, 1915. — DERSELBE: Zeitschr. f. Tuberkul., 25. 1. 1915; 30. 1. 1915. — JENDRALSKI: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 68, S. 629, 1912. — DERSELBE: Heidelberger Ber., Bd. 43, S. 71, 1922. — JESS, A.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 105, S. 428, 1921. — DERSELBE und KOSCHELLA: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 111, S. 370, 1923. — JUNIUS: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 21, S. 427, 1909. — KAEGI: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 52, S. 155, 1924. — † KAMMERER, P.: Arch. f. Entwicklungsmech., Bd. 33, 1912. — KJELLMANN: FINSSENS Mitt., 1900. — KLEINSCHMIDT: Beitr. z. Klin. d. Tuberkul., Bd. 48, S. 188, 1921. — KOEPPE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 92, S. 1, 1916. — DERSELBE: Diathermie und Lichtbehandlung des Auges. Leipzig; F. C. Vogel, 1919. — KÖLLNER: Arch. f. Augenheilk., Bd. 86, H. 314, 1920. — DERSELBE und FILBRY: Arch. f. Dermatol. u. Syphilis, Bd. 84, S. 11. — KOLSTERS, R.: FINSSENS Mitt., 1906.

- KRAEMER, C.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 107, S. 432, 1922. — KRANZ, H. W.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 74, S. 56, 1925. — KREIBICH: Wien. klin. Wochenschr., S. 673, 1904. — KROEYZT, CHR.: Klin. Wochenschr., Nr. 14, S. 631, 1925. — KROMAYER: Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 10, 1907. — DERSELBE und DYCK: Jahrb. über Mitt. u. Fortschr. a. d. Geb. d. physik. Med., 1908. — KRÜCKMANN: Handb. v. GRAEFE-SAEMISCH, II. Teil, Bd. 5, Kap. 6, S. 109. — KUBIK: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 70, H. 1, S. 326, 1923. — KUMER, L. und SALLMANN, L.: Behandlung des Trachoms mit Radium. Ophth. Ges., Wien, 1924. — LEBER, TH.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 28, 3. Abt., S. 255, 1882. — LIEBERMEISTER: Gefäßtuberkulose, in E. LÖWENSTEINS Handb. d. Tuberkulosetherapie. — † LINDAHL: Arch. f. Augenheilk., 1913. — LOEB, J.: PFLÜGERS Arch. f. d. ges. Physiol., 1895. — LÖWENSTEIN, A.: Die Tuberkulose des Auges. Berlin-Wien: Urban & Schwarzenberg. 1924. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 56, S. 141, 1925. — LOEWY, A. und DORNO, C.: Strahlentherapie. Bd. XX, 1925. — LUNDSGAARD, K. K. K.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 44, S. 191, 1906. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 45, S. 284, 1907. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 66, S. 3, 1907. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., H. 1, 1908. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 47, H. 1, 1909. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 49, 1911. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., H. 2, S. 369, 1918. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., H. 2, S. 369, 1918. — DERSELBE: Zentralbl. f. d. ges. Ophth., Bd. 5, S. 24, 1921. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 68, S. 103, 1922. — DERSELBE: Acta ophth., Bd. 1, H. 1, S. 39, 1923. — MAKRAKOW: Moskauer augenärztl. Ges. v. 9. 1. 1902. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., B. 50, H. 2, S. 437. — † MEGUSAR, F.: Verhandl. d. Ges. dtsh. Naturf. u. Ärzte, Wien, 1903. — MEESMANN: 43. Vers. d. dtsh. Ophth. Ges., Jena, 1922. — MELLER, J.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 59, 1917. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 102, H. 1/2, S. 122, 1920. — DERSELBE: Verhandl. d. a. o. Tag. d. ophth. Ges. in Wien, 4. bis 6. 8. 1921. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 47, H. 5, S. 247, 1922. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 48, H. 1, S. 5, 1922. — DERSELBE: Wien. klin. Wochenschr., S. 193, 1922. — DERSELBE: Wien. klin. Wochenschr., Nr. 12, 1926. — † MEYER, FR.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 115, S. 473, 1925. — MEYHÖFER: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 24, S. 49, 1886. — MICHEL, JUL.: Über natürliche und künstliche Linsentrübung. Festschrift, Würzburg. 1882. — MICHEL, v.: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 20, 1908. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 27, 1881. — MÖRNER, C. TH.: Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. 18, 1894. — MOHR und BAUM: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 49, S. 629, 1911. — MÜLLER, H.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 114, S. 503, 1924. — NEDDEN, ZUR: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 47, H. 1, S. 295, 1909. — NOWAK, E.: Ber. über d. a. o. Tag. d. ophth. Ges. in Wien. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 67, S. 326, 1921. — DERSELBE: Wien. klin. Wochenschr., Nr. 35, S. 194, 1922. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 51, S. 15, 1923. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 51, S. 205, 1923. — OGNEFF: PFLÜGERS Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 63, S. 209, 1896. — † PARSONS, J. H.: XVII. Internat. Congr. of Med., London 1913, Sect. IX, Ophth. Rev., Part. I, S. 193. — DERSELBE: Ophth. Rev., Bd. 33, S. 28, 1914. — DERSELBE: Journ. of the Americ. med. assoc., 1910. — DERSELBE: Science progr., Bd. 4, S. 46, 1909. — DERSELBE: Brit. journ. of ophth., Bd. 5, S. 224, 1921. — PASSOW: Heidelberger Ber., S. 243, 1920. — DERSELBE: Strahlentherapie, Bd. 12, S. 441, 1921. — DERSELBE: Arch. f. Augenheilk., Bd. 93, S. 95, 1923. — DERSELBE: Heidelberger Ber., 1924, 1925, 1926. — PASSOW, A. und RIMPAU, W.: Münch. med. Wochenschr., Nr. 23, S. 733, 1924. — PILAT, A.: Ophth. Ges. in Wien, 1925, 1926. — † PINCOUSSEN: In L. KRAUS und BRUGSCH, Spez. Path. u. Ther. innerer Krankh., 1921. — ROSENHAUCH: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 76, S. 370. — RUBERT: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 2, S. 273, 1912. — SATTLER, H.: Ber. ü. d. 21. Vers. d. ophth. Ges., Heidelberg. S. 33, 1891. — † SCHANZ, F.: Strahlentherapie, Bd. 6. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 36, H. 1 bis 2. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 86, S. 549, 1913. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., Nr. 19, 1915. — DERSELBE: Strahlentherapie, Bd. 8, 1917. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., Nr. 39

1915. — DERSELBE: Ber. üb. d. intern. Kongr. f. Med., London. 1913. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., Nr. 48, 1915. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 73, S. 184. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 96, S. 172, 1918. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 103, S. 158, 1921; Bd. 107, S. 191, 1922. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 106, S. 171, 1921. — DERSELBE: Heidelberger Ber., 1920. — DERSELBE und STOCKHAUSEN: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 69, H. 3, 1908. — DIESELBEN: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 73, H. 1, 1909. — DIESELBEN: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 73, H. 3, 1910. — DIESELBEN: Berlin. ophth. Ges., Bd. 24, H. 2, 1910. — DIESELBEN: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 71, S. 175, 1909. — DIESELBEN: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 71, S. 561, 1909. — DIESELBEN: Münch. med. Wochenschr., S. 549, 1910. — SCHEERER: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 68, S. 186, 1922. — SCHIECK: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 50, H. 2, S. 247. — DERSELBE: Dtsch. med. Wochenschr., S. 729, 1911. — DERSELBE: Ber. üb. d. 37. Vers. d. ophth. Ges., S. 201, 1911. — DERSELBE: Veröff. d. ROBERT-KOCH-Stiftg., H. 5 bis 7, 1913. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 105, S. 257, 1921. — SCHNAUDIGEL: Münch. med. Wochenschr., S. 164, 1911; Dtsch. med. Wochenschr., S. 621. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 39, S. 353, 1917. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., S. 575, 1921. — SCHNYDER, W. F.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 116, H. 3, 1926. — SEEFELDER: Heidelberger Ber., 1920. — SEIDEL: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 93, 1917. — SHOJI YOSHIHARU: Mitt. a. d. med. Fak. d. Kais. Univ. Tokio, Bd. 29, 1922. — STARGARDT: Münch. med. Wochenschr., S. 578, 1906. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 22, S. 1, 1909; Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 47, S. 368. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 105, S. 528, 1921. — STEIN, L.: Arch. f. Augenheilk., Bd. 74, 1913. — STOCK: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 41, S. 81 und 228, 1903. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 44, 1907. — DERSELBE: Münch. med. Wochenschr., S. 281, 1912. — STREBEL: Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 5 und 6, 1901. — DERSELBE: 75. Vers. dtsch. Naturforsch. u. Ärzte, Kassel. 1903. — DERSELBE und AMMON: Dtsch. med. Wochenschr., S. 409, 1903. — STUMPF, PL.: Arch. f. Augenheilk., Bd. 90, S. 109, 1922. — TAPPEINER, v.: Verhandl. d. 21. Kongr. f. inn. Med., Leipzig. 1904. — DERSELBE: Ergebn. d. Physiol., 1912. — TRÜMPY, E.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 115, S. 495, 1925. — UHTHOFF: Berlin. klin. Wochenschr., Nr. 7, 1881. — DERSELBE: Zeitschr. f. Augenheilk., Bd. 2, S. 341, 1899. — URBANEK, J.: Ber. d. 44. Vers. d. ophth. Ges., Heidelberg. 1925. — VOGEL, F. W.: Ber. d. dtsch. chem. Ges., 1873. — VOGT, A.: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., S. 594, 1907; Arch. f. Augenheilk., Bd. 60, 1908. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 81, S. 155, 1912. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 81, S. 135, 1912. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 83, S. 99. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 88, S. 329, 1914. — DERSELBE: Ges. Schweiz. Augenärzte, 12. Vers. 1919; Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 63, S. 230, 1919; Vers. d. Schweiz. Naturforsch.-Ges. Lugano. 1919. — DERSELBE: Ges. Schweiz. Augenärzte, 12. Vers. 1919; Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 63, S. 232, 1919. — DERSELBE: Atlas der Spaltlampenmikroskopie des lebenden Auges. — DERSELBE: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 109, S. 203, 1922. — DERSELBE: Über normale und krankhafte Wirkungen des Lichtes auf das Auge. Antrittsvorlesung. Zürich. 1923. — DERSELBE: Schweiz. med. Wochenschr., Nr. 20, S. 426, 1925. — DERSELBE: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 75, S. 1, 1925. — WAGENMANN: Handb. d. ges. Augenheilk., 3. Aufl., Bd. 3, S. 1846, 1924. — WASSNIG: Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Bd. 72, S. 175, 1924. — WESSELY: Arch. f. klin. Chir., Bd. 71, H. 2, 1903. — DERSELBE: Jahresk. f. ärztl. Fortbild., München, Novemberheft 1919. — WICK, W.: v. GRAEFES Arch. f. Ophth., Bd. 109, S. 224, 1922. — WIDMARK, E. I.: Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 1, S. 264, 1889. — DERSELBE: Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 4, S. 281, 1893. — DERSELBE: Skandinav. Arch. f. Physiol., Bd. 3, 1892. — DERSELBE: Mitt. a. d. Augenk., Stockholm, Bd. 3, 1901. — DERSELBE: Mitt. a. d. Augenk., Stockholm, S. 31, 1898. — DERSELBE: Vers. d. nord. ophth. Ges., Kopenhagen, 8. 7. 1903.

Die Lichttherapie in der Gynäkologie

Von

Ernst Lang-Erlangen

Mit 6 Abbildungen

Nach dem siegreichen Einzug der Asepsis in die Chirurgie nahm die operative Therapie, auch in unserem Spezialfach, einen noch nie gesehenen Aufschwung. Immer umfassender wurde der Indikationsbereich für ein operatives Eingreifen und damit schienen die konservativen Behandlungsmethoden immer mehr verdrängt zu werden. Dann aber kamen, wie stets in solchen Fällen, die Rückschläge. Die hohen Mortalitätsziffern, die das extrem aktive Vorgehen aufzuweisen hatte, mußten die Ansicht reifen lassen, daß es auch für das operativ Mögliche Grenzen gibt, die außerhalb der Technik liegen; diese Grenzen waren aber gerade bei den frisch entzündlichen Genitalerkrankungen der Frau sehr eng gesteckt, wie man bald erkannte; so kam es, daß gerade diese Krankheitsgruppe der konservativen Therapie neuerlich uneingeschränkt zufiel.

Bei älteren entzündlichen Prozessen konkurrieren aber im Prinzip auch heute noch die chirurgische und die konservative Methode. Die chirurgische Therapie in der Hand des geübten Operateurs vermag in solchen Fällen zweifellos oft glänzende Erfolge hervorzubringen. Denn mit der Entfernung des Krankheitsherdes ist der Patient von seinen Beschwerden nicht selten völlig befreit. Aber auch in materieller Hinsicht ist die Methode von einer gewissen Bedeutung. Die operierten Frauen werden, wenn der Eingriff gelingt, relativ rasch wieder arbeitsfähig. Solchen Vorteilen stehen aber große Nachteile gegenüber. Die chirurgische Behandlung der entzündlichen Unterleiberkrankungen, wobei vor allem an die septischen und gonorrhöischen Adnexerkrankungen gedacht sei, kann nur erfolgreich sein, wenn radikal operiert wird. Eine einseitige Exstirpation der Adnexe ist zwecklos, da erfahrungsgemäß schon nach einem kurzen Intervall die zurückgebliebenen Adnexe erkranken und dann ein zweitesmal operiert werden mußte. Bei der Operation müssen aber auch die Ovarien mitgenommen werden, da diese fast stets miterkrankt sind und da bekanntlich die Menstruation das Leiden nicht zur Ruhe kommen läßt. Die Frau wird also durch die Operation ihrer wichtigsten Organe beraubt. Ausfall der Menstruation, Sterilität, frühzeitiges Klimakterium mit den bekannten körperlichen und psychischen Störungen sind die Folge. Dazu kommt, daß auch bei alten Fällen die Operation nicht völlig gefahrlos ist, weil in infiziertem Gewebe operiert werden muß. Die Morbiditätsziffern und Mortalitätsziffern sind auch bei ihnen noch erschreckend hoch.

Aus diesen und anderen Gründen hat sich nach und nach in der deutschen und ausländischen Gynäkologie ein Bekenntnis zur konservativen Behandlung der Entzündungserkrankungen der Frau durchgesetzt. Man muß sich indessen

darüber klar sein, daß die konservative Therapie ganz andere Anforderungen an Arzt und Patient stellt als die operative. Denn erfolgsversprechend ist nur eine Behandlung in Krankenhaus oder Klinik und nur dann, wenn diese sehr lang fortgesetzt werden kann. Dadurch entstehen also gewisse materielle und soziale Nachteile, die jedoch durch die großen Vorteile der Methode aufgewogen werden. Diese sind in erster Linie: Erhaltung lebenswichtiger Organe, Vermeidung psychischer Defekte, Wegfall der Operationsmortalität, Möglichkeit, die Frau wieder konzeptionsfähig zu machen.

Allgemeiner Teil

Die konservative Behandlung

Die konservative Behandlung besteht aus verschiedenen Einzelmethoden, welche sinnvoll kombiniert werden müssen. Angriffspunkt der Behandlung ist nicht nur der lokale Erkrankungsprozeß, sondern auch der Gesamtkörper; auch in dieser Beziehung ist also ein kombiniertes Vorgehen von Vorteil.

Die Lokalbehandlung umfaßt chemisch-medikamentöse und physikalisch-therapeutische Maßnahmen; diese haben je nach Alter und Art des Prozesses den Zweck, die Erkrankung zu kupieren und ihre Ausbreitung einzuschränken oder sie zum Rückgang und zur Ausheilung zu bringen.

Mit der Lokalbehandlung soll jedoch eine entsprechende Allgemeinbehandlung verbunden werden; denn einmal ist festgestellt, daß auch der lokale Prozeß durch eine zweckmäßige Allgemeinbehandlung beeinflußt werden kann, zum anderen erreicht man mit ihr ganz allgemein eine Leistungssteigerung des Organismus. Diese kann wiederum auf chemisch-medikamentösem oder physikalisch-therapeutischem Weg, bzw. durch eine Kombination beider angestrebt werden.

Voraussetzung für die durchgreifende Wirksamkeit der Lokalbehandlung sowohl wie der Allgemeinbehandlung bleibt die Einhaltung strenger Bettruhe. Denn dadurch wird der schädliche Einfluß wechselnder Blutfülle vom Genitale ferngehalten, die reflektorischen Bewegungsreize für den Genitalapparat werden auf ein Minimum eingeschränkt und der Gesamtstoffwechsel auf Ruheumsatz gebracht. Gerade durch Ausschaltung der Störungsquellen und Verhütung von Energieverlusten erleichtert aber die Bettruhe dem Organismus die Leistung der Ausheilung.

Dabei darf nicht vergessen werden, daß gerade die entzündlichen gynäkologischen Erkrankungen auch die Psyche der Frau vielfach in Mitleidenschaft ziehen. Da durch die Länge der konservativen Behandlung ohnehin die vegetativen Funktionen leicht Schaden leiden, muß auch dem Moment der psychischen Beeinträchtigung der Stoffwechselabläufe besondere Beachtung geschenkt werden. Im Hinblick auf diese Zusammenhänge kann deshalb nicht übersehen werden, daß für eine erfolgreiche ärztliche Behandlung in diesen Fällen eine entsprechende psychische Mitbehandlung unersetzbare Voraussetzung ist. Ihre oft ausschlaggebende Bedeutung wird heute leider noch von vielen Ärzten gänzlich verkannt.

Weil aber der Organismus nur dann auch zur Abwehr von Schädigungen voll leistungsfähig sein wird, wenn er sonst unter den günstigsten Bedingungen arbeitet, so gehört zu einer vernunftgemäßen Allgemeinbehandlung auch noch die Sorge für die normalen Lebensfunktionen. Es ist das eine Selbstverständlichkeit, die auch dem Laien geläufig ist; leider neigt der vielbeschäftigte Arzt dazu, sie als nebensächlich zu betrachten. Entsprechende diätetisch-digestive

Maßnahmen sind aber unentbehrlich und gehören mit in den konservativen Heilplan gynäkologischer Entzündungskrankheiten.

Die konservative Allgemeinbehandlung umfaßt demnach fünf Teile:

1. Bettruhe,
2. chemische,
3. physikalische,
4. psychische,
5. diätetisch-digestive Behandlung.

Ein wesentlicher Teil der hier nur überblicksweise gekennzeichneten konservativen Therapie ist die Wärme und Lichtbehandlung, der als spezieller Fall eigentlich noch die Röntgenbehandlung zuzuzählen wäre. Da letztere aber als Sonderdisziplin völlige Selbständigkeit erlangt hat, scheidet sie aus diesem engeren Rahmen von vornherein aus. Weil jedoch gerade in jüngster Zeit das Problem der Entzündungsbestrahlung neuerlich zur Diskussion steht, sei es gestattet, den Standpunkt unserer Klinik in thesenmäßiger Kürze zu präzisieren. Die Erlanger Universitäts-Frauenklinik verwirft die Entzündungsbestrahlung mit kleinen Röntgendosen bei entzündlichen Erkrankungen der Uterusanhänge und hält sich verpflichtet, vor ihr zu warnen. Hauptgrund dieser Stellungnahme ist die noch ungeklärte Frage der Nachkommenschädigung durch kleine Röntgendosen und die Tatsache, daß diese doch nicht die den Heilverlauf deutlich störenden Menses zu beseitigen vermögen. Unsere Klinik empfiehlt dagegen für bestimmte Fälle, vor allem für solche, die eine jedesmalige Verschlimmerung durch die Menses erkennen lassen, die temporäre Röntgensterilisation als unterstützende Maßnahme. Das verfolgte Ziel ist dabei, die den Lokalbefund und das Allgemeinbefinden, einschließlich der Psyche, alle drei bis vier Wochen erneut störende Monatsblutung für ein bis drei Jahre auszuschalten. Innerhalb dieser „Schonzeit“ kann dann ohne solche Störung der entzündliche Prozeß durch die oben skizzierte konservative Behandlung zur Abheilung gebracht werden. Von der temporären Röntgensterilisierung sind aber für spätere Schwangerschaften Nachkommenschädigungen nicht zu fürchten; denn die 200 in der Literatur verzeichneten Schwangerschaften nach temporärer Röntgensterilisation haben Kinder gebracht, welche dem kritischen Auge eine Röntgenschädigung nicht erkennen lassen. Dagegen kann bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse die Möglichkeit der Nachkommenschädigung nach Frühbefruchtung strahlengeschädigter Eier nicht ganz ausgeschlossen werden. Wir empfehlen daher eine viermonatliche Konzeptionskarenz nach allen therapeutischen Röntgen-Strahlendosen am Ovar.

Nach Abtrennung der Röntgenstrahlentherapie von der Lichttherapie umfaßt also die engere Lichttherapie nur noch die Behandlung mit den Lichtquellen, die gemeinhin als Lampen bezeichnet werden. Von diesen allein sei hier die Rede. Ihr Anwendungsbereich umfaßt ebenso wie die konservative Behandlung, zu deren Rüstzeug sie gehören, die Zwecke der Lokalbehandlung sowohl wie die der Allgemeinbehandlung.

Apparate zur Lichtbehandlung

Die natürlichste und biologisch wirksamste Lichtquelle für Oberflächen-therapie ist die Sonnenstrahlung, die im Verein mit Liegekuren wertvolle Ergebnisse liefert. Da man bei der Sonnenanwendung jedoch zu sehr von der Witterung abhängig ist, hat man Apparate konstruiert, welche das Sonnenlicht imitieren sollen. Eine gänzliche Imitation des Sonnenlichtes ist bisher noch nicht gelungen

Dem Sonnenspektrum am nächsten steht die Kohlenbogenlampe. Alle anderen Lichtquellen lassen sich, je nachdem ihr Optimum beim Ultrarot oder Ultraviolett liegt, ganz allgemein in Ultrarot- oder Ultraviolett-Strahler einteilen. Die Ultrarot-Strahlen wirken in erster Linie durch Wärme und erst in zweiter Linie durch den kleinen Anteil ihres Spektrums, der chemische Wirkungen auslöst. Die Ultraviolett-Strahlen dagegen zeichnen sich vor allem durch die chemische Wirkung ihres Lichtes aus.

Gruppierung der Lichtquellen

Zu den Ultrarot-Strahlern gehören die Glühlampen, Kohlenfaden- oder Metallfadenlampen, welche im wesentlichen bei den Lichtbädern (Kasten-volllichtbad, Rumpflichtbad, Lichtbidet) Anwendung finden. Ferner die Spektrosollampen, Wintersonne und Solluxlampen und die Neonlampe.

Im Bereiche der ultravioletten Strahlen haben wir unter anderem die KROMAYER-Lampe, die künstliche Höhensonne mit Vaginalansätzen und die Ultrasonne. Soweit diese Lichtquellen zur Allgemeinbehandlung des Organismus Verwendung finden, habe ich hier nicht näher auf sie einzugehen.

Die Spezialapparate zur gynäkologischen Behandlung

Die spezielle gynäkologische Apparatur besteht aus Lampenmodellen, die für die Lokalbehandlung von der Scheide aus konstruiert sind. Von den Lichtquellen mit vorzugsweise ultraroter Strahlung kommt die Scheidenheizlampe nach SEITZ in Betracht. Bei dieser Lampe wird zwar der größte Teil ihrer Energie in Wärmestrahlung umgesetzt, aber ihr lichtbiologischer Effekt darf nicht ganz außer acht gelassen werden. Reine Lichtwirkung erzielen wir durch die Scheidenbestrahlungslampe nach WINTZ und die Nitralampe nach ENGELHORN.

Die SEITZsche Scheidenheizlampe (Abb. 1) besteht aus einer schmalen zylindrischen Kohlenfadenlampe, die so in eine Glasröhre eingelagert ist, daß letztere zur Desinfektion und Reinigung abgenommen werden kann. Der Hauptvorteil dieser intravaginal eingeführten Lampe besteht darin, daß es mit ihr gelingt, die Wärme direkt an die zu behandelnden Organe heranzubringen. Durch ständige Kontrolle, insbesondere am Scheideneingang, muß man sich immer davon überzeugen, daß keine Schleimhautreizung auftritt.

Bei weiterer Steigerung der Temperatur der Glühfäden tritt die lichtbiologische Wirkung gegenüber der Wärmewirkung mehr in den Vordergrund.

Zu den Scheidenlampen mit vorzugsweiser lichtbiologischer Wirkung gehört die Scheidenbestrahlungslampe nach WINTZ (Abb. 2). Diese ist eine kleine Wolframdrahtlampe von großer Lichtintensität, die wegen ihrer zylindrischen Gestalt bequem in die Scheide eingeführt werden kann (Abb. 3). Sie entspricht in ihrem Spektrum der Spektrosollampe. Um zu starke Erhitzungen zu vermeiden, ist sie mit einem doppelten Glasmantel mit Wasserkühlung versehen. In dem Mantel wird durch eine zugehörige Pumpe ständig kaltes Wasser in Zirkulation erhalten, so daß die Wärme vollständig absorbiert wird und das Licht allein wirksam bleibt.

Eine weitere Möglichkeit, Lichtstrahlen unter Ausschluß von Wärmewirkung in die Tiefe der Scheide zu senden, haben wir durch Verwendung von Lampen, deren Licht durch ein vaginales Spekulum in die Scheide geworfen wird. Dieses Prinzip ist bei der vaginalen Belichtungslampe nach ENGELHORN verwirklicht.

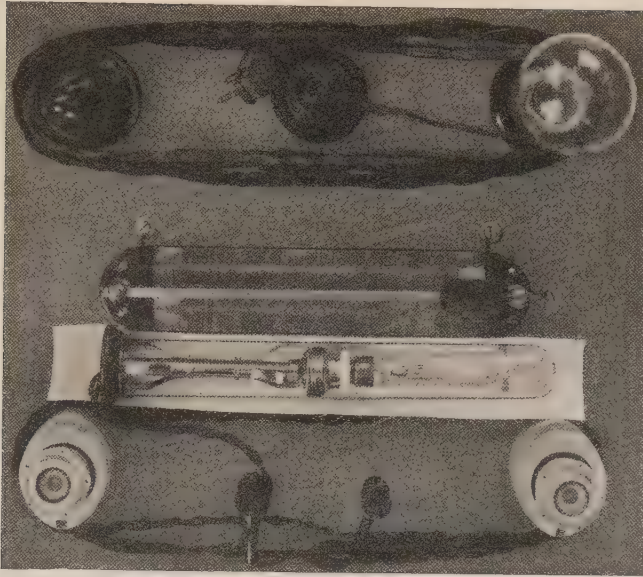


Abb. 1. Scheidenheizlampe nach Seitz

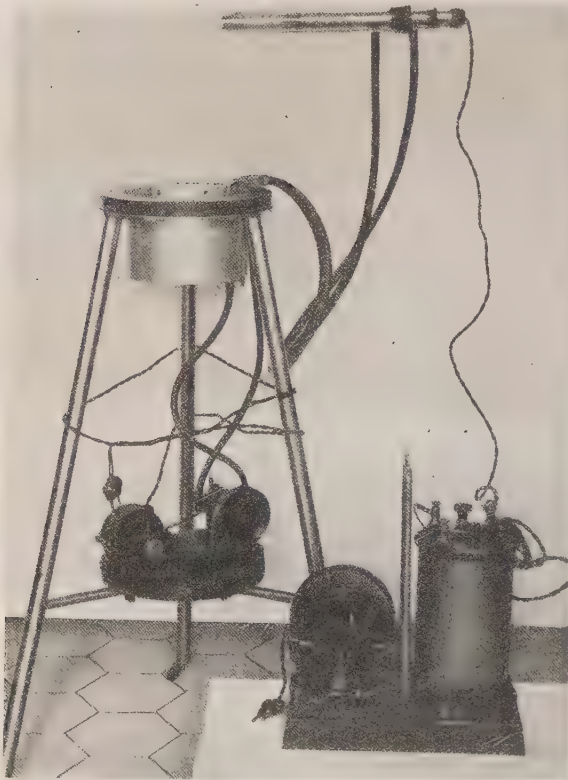


Abb. 2. Scheidenbestrahlungslampe nach Wintz mit Transformer und Pumpe

In der Erkenntnis, daß dem natürlichen Sonnenlicht die kräftigsten und günstigsten therapeutischen Eigenschaften zukommen, bemühte man sich



Abb. 3. Scheidenbestrahlungslampe. Detail



Abb. 4. Ultrasonne nach Landecker mit Vaginalansatz und Spekulum und Zusatzlampen

seit Jahren, eine der Sonnenstrahlung möglichst ähnliche Lichtquelle zu konstruieren. Von allen künstlichen Lichtquellen kommt die Kohlenbogenlampe, wie MICKLINGHOFF zeigte, in der Strahlenqualität dem Sonnenlicht am nächsten. Und da gerade in ihr die therapeutisch wertvollsten Strahlen aus dem Bereich des Sonnenspektrums vorhanden sind, so ist es als eine willkommene Bereicherung zu begrüßen, daß es gelungen ist, in der von LANDEKER angegebenen Ultrasonne (Abb. 4) eine technisch vollkommene Konstruktion zu finden, die die Vorzüge des Bogenlichtes auch für die gynäkologische Körperhöhlenbestrahlung verwertbar macht.

Durch die Verwendung besonderer Spezialkohlen, die nach dem Prinzip der Dochkohlen hergestellt sind, gelingt es, die bei dem gewöhnlichen Bogenlicht noch vorhandenen, Schädigungen verursachenden Strahlen unter $290 \mu\mu$ auszuschalten. Dabei weist die Lampe ein fast kontinuierliches Spektrum innerhalb des sichtbaren Strahlenbereiches auf, das auch ins Ultraviolett bis zu $290 \mu\mu$ geht. Auf diese Weise kann man auch langdauernde Bestrahlungen von Körperhöhlen und Schleimhäuten durchführen, ohne mit der Gefahr einer Verbrennung rechnen zu müssen.

Einen weiteren Vorteil bietet die Möglichkeit einer Kombination von Scheidenbestrahlungen und Körperoberflächenbelichtungen. Zu diesem Zweck werden am Stativ der Ultrasonne zwei Seitenarme mit Zusatz-

lampen, bestehend aus Metallfadenlampen von je 1000 Watt, angebracht. Darin liegt jedenfalls für den Praktiker und bei ambulantem Betrieb ein Gewinn; denn einmal spart man Zeit und außerdem wird der Unterleibsprozeß auf doppeltem Wege günstig beeinflusst. Selbstverständlich muß für die Bogenlampe und für die beiden Spezialwärmelampen je ein besonderer Stromanschluß benützt werden.

Die Jupiterlampen werden ebenfalls für Vaginalbestrahlungen mit entsprechenden Specula geliefert und kommen in ihrer Strahlenqualität und Wirkung der Ultrasonne nach LANDEKER nahe. Beide Lampen sind frei von den Schädigungen erzeugenden kürzesten Ultraviolett-Strahlen.

Um auch die reinen Ultraviolett-Strahlen der Quecksilberdampf Lampe der vaginalen Lichttherapie zugänglich zu machen, konstruierte die Quarzlampen-

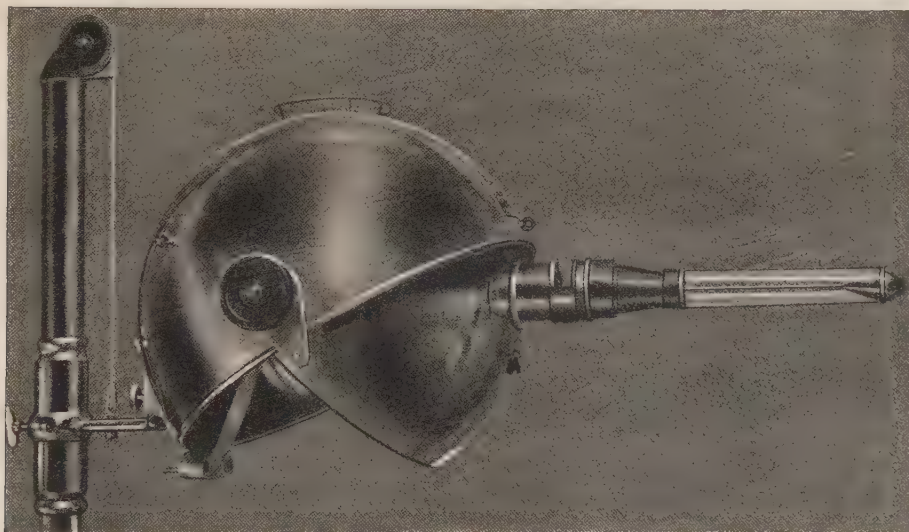


Abb. 5. Höhensonne „Hanau“ zur Vaginalbestrahlung mit Normalstativ

gesellschaft in Hanau eine Zusatzapparatur zur BACHschen Höhensonne (Abb. 5), die es gestattet, durch einen Vaginalansatz (Abb. 6) die ultravioletten Strahlen dieser Lampe in der Vagina anzuwenden. Da zu dieser Lampe verschiedenartige Ansätze aus Metall und Uviolglas oder auch dünne Quarzstäbe geliefert werden, so eignet sich das Instrument gleich gut für die Bestrahlung der Zervix, Portio, der Scheidenwände und Urethra. Allerdings setzt die Lampe wegen ihres reichen Gehaltes an ultravioletten Strahlen unter $290\text{ }\mu\mu$ eine exakte Dosierung voraus. In gleicher Weise wie für die künstliche Höhensonne wurden auch für die KROMAYER-Lampen Vaginalansätze konstruiert, die zum Teil mit Wasserkühlung versehen sind und sich besonders zu Zervix- und Urethrabehandlung eignen.

Die Bestrahlungszeiten müssen bei diesen reinen Ultraviolett-Strahlern zunächst sehr kurz gewählt werden, weil man sonst Gefahr läuft, eine unliebsame Reaktion zu setzen. Diese Kürze der einzelnen Sitzung macht es andererseits auch dem Vielbeschäftigten möglich, die Behandlung persönlich durchzuführen. Die Anwendung der Lampe erfolgt in der unten beschriebenen Weise.



Abb. 6. Vaginalsekula nach Wintz für die Höhensonne „Hanau“

Durch Zwischenschalten von Spezialglasfiltern in den Strahlengang läßt sich eine Auswahl in der Strahlenqualität treffen. Davon ist dann jeweils die Dauer der Bestrahlung abhängig.

Die Bestrahlungstechnik bei Lampen, die intra-vaginal eingeführt werden

Die Anwendungsweise bei der Scheidenheizlampe nach SEITZ ist folgende: Die Lampe wird in die Scheide eingeführt und der Rheostat-Schieber nach Einschalten der Lampe langsam nach links geschoben und für zirka fünf Minuten auf eine Temperatur von 60° eingestellt. Darauf geht man durch Verschieben des Rheostaten zurück auf die Temperatur von 45° , die für die Dauer der Behandlung möglichst eingehalten werden soll. Die Höhe der Temperatur in der Scheide ist

eventuell durch ein gleichzeitig eingeschobenes Thermometer, das man vorteilhaft mit Papier umwickelt, zu kontrollieren und mit den Angaben des gelieferten Instrumentariums zu vergleichen. Die Behandlungszeiten steigern sich von anfangs 10 Minuten bis 60 Minuten Maximum.

Bei der Scheidenbestrahlungslampe nach WINTZ wird erst nach Einschalten der Wasserkühlung die Lampe in Funktion gesetzt, und zwar werden zweckmäßigerweise Bestrahlungen von 20 Minuten bis 1 Stunde zweimal täglich wiederholt.

Die Bestrahlungstechnik bei Lampen mit Vaginalsekulum

a) Instrumentelle Technik

Für den Erfolg bei der Behandlung mit Lichtquellen, deren Strahlen durch ein Spekulum in die Vagina geleitet werden, ist ausschlaggebend, daß folgende Vorschriften eingehalten werden: Die Patientin wird auf den gynäkologischen Untersuchungstisch gelagert, vor der Einführung des Spekulums erfolgt eine genaue vaginale Untersuchung, dann wird unter Leitung des in der Vagina bleibenden Zeigefingers das entsprechende, möglichst groß zu wählende Metallspekulum auf die zu bestrahlende Partie gerichtet. Bei Einstellung der Portio

kann man eventuell auch durch Betrachtung den richtigen Sitz kontrollieren. Bei Adnexbestrahlungen ist es besonders wichtig, daß die Strahlenrichtung genau kontrolliert wird, weil diese Einstellung am schwersten ist. Anfangs muß man sich die Lampe durch eine Assistenz heranschieben lassen, um die Vereinigung von Lampenansatz und Spekulum möglichst schonend und ohne die Lage des Spekulum zu verändern, vornehmen zu können. Bei einiger Übung aber gelingt es leicht, ohne Hilfe die Einstellung durchzuführen. Von Wichtigkeit ist, daß man das Spekulum nach der Vereinigung mit der Lampe durch vorsichtiges Vorschieben der Lampe soweit gegen die zu bestrahlende Schleimhautpartie anpreßt, als es die Patientin gut vertragen kann. Auf diese Weise erreicht man eine gewisse Anämie der Schleimhaut, die einen besseren Strahlendurchtritt ermöglicht und außerdem die Lichtquelle möglichst nahe an den Erkrankungsherd bringt.

b) Behandlungstechnik und allgemeine Erfahrungen

Die Bestrahlungen werden zweckmäßig jeden zweiten Tag vorgenommen und sollen bei Ultrasonne und Jupiterlampen im Durchschnitt 15 bis 30 Minuten dauern. Aber auch länger dauernde Bestrahlungen können ohne Gefahr einer Schädigung mit diesen Lampen täglich wiederholt werden. Eine Bestrahlungsserie besteht bei uns aus zwölf Sitzungen, dann wird eine Pause von acht Tagen bis zur nächsten Serie eingeschoben.

Wichtig ist, daß die Ultraviolettbestrahlungen bis zu deutlich ausgesprochener Erythembildung gesteigert werden. Sollte das bei einer einzeitigen Belichtung nicht gelingen, weil die Dosis zu klein gewählt wurde, so ist am folgenden Tag eine Zusatzdosis zu verabfolgen. Daß wir bei der Ultraviolettbestrahlung Wert auf eine leichte Erythembildung legen, bedeutet nicht, daß wir die Strahlenwirkung von der nachfolgenden Rötung abhängig machen, sondern nur, daß wir in dem Erythem den Ausdruck einer, vom Körper selbst durch seine Reaktion bescheinigten, bestdosierten biologischen Strahlenmenge sehen.

Bei der KROMAYER-Lampe empfiehlt es sich, bei ungefilterten Strahlen die erstmalige Belichtung einer Stelle nicht über drei Minuten auszudehnen; man beginnt zweckmäßig mit ein bis zwei Minuten langen Sitzungen und steigert langsam unter ständiger Kontrolle der Reaktion im Anwendungsgebiet. Die Belichtung wird jeden zweiten bis dritten Tag einmal wiederholt. Die sicherste Methode zur Feststellung der maximalen Belichtungszeit besteht darin, daß wir das an der Lampe montierte Vaginalspekulum auf die äußere Haut aufsetzen und an verschieden lang belichteten Feldern die Erythemdosis der Haut bestimmen. Diese so gefundene Hautdosis darf bei Schleimhautbestrahlungen ohne Gefahr der Verbrennung getrost verdoppelt werden.

Bei den entzündlichen Erkrankungen des Uterus, seiner Adnexe und des Genitales überhaupt verbieten sich während des akuten Stadiums, mit seiner oft beträchtlichen Temperatursteigerung und Störung des Allgemeinbefindens, die Lichtquellen, die bei ihrer Anwendung eine lokale Wärmeabgabe gleichzeitig mit der Lichtwirkung bedingen, ganz von selbst. Auch die lokale Anwendung von Ultraviolett-Strahlen ist dann kontraindiziert.

Im subakuten Stadium bewährt sich eine allmählich gesteigerte Lichtanwendung sehr gut. Die Dosierung bedarf in diesen Fällen selbstverständlich ganz besonders sorgfältiger Überwachung; die besten Anhaltspunkte für die Verträglichkeit ergeben sich aus der Kontrolle des Herzens, der Atmung, der Temperatur und des Allgemeinbefindens. Bei Auftreten irgendwelcher Störungen, meist Temperatursteigerungen über 38,5°, ist ein Zurückgehen

mit der Lichtintensität oder mit der Bestrahlungsdauer angezeigt. Überhaupt gehört zur rationellen Lichtbehandlung gynäkologischer Erkrankungen eine sehr große Erfahrung und ein völliges Vertrautsein mit den Grundlagen der Lichtbiologie. Deshalb sollte diese Behandlung auch den Kliniken und Sanatorien vorbehalten bleiben, zumal die Patientinnen bei ambulanter Behandlung die angeordnete strenge Bettruhe meist nicht einhalten. Im übrigen ergibt sich die obere Grenze für die Dosierung bei den vorwiegend thermisch wirkenden Strahlen bei Anwendung auf die Haut oder vaginal durch die Temperaturempfindung von selbst. Normalerweise sieht man im Laufe der ersten Zeit der Behandlung ein Ansteigen der Temperatur bis 38° ; bei intensiver Lichtbehandlung kann sich für die Dauer der Kur eine Temperaturerhöhung um 1° über die Norm ständig zeigen. Dies deutet dann auf eine gute Reaktion auf die Lichtbehandlung und zeigt, daß der Körper die photoelektrischen Abwehrkräfte mobil gemacht hat und am Abbau der Entzündung arbeitet. Mit einer geringen Vermehrung der vor Beginn der Behandlung bestehenden Beschwerden und eventuell einem Auftreten ganz neuer Beschwerden ist in der ersten Zeit zu rechnen. Man tut gut, die Patientinnen vorher schon auf diese Möglichkeit aufmerksam zu machen. Diese Erscheinung hängt wohl mit dem Aufflackern des subakuten und chronischen Prozesses infolge der vermehrten Blutzufuhr und stärkeren serösen Durchtränkung zusammen. Die Beschwerden lassen aber meistens bald nach, während die Temperaturerhöhung gewöhnlich bis zum Abschluß der Behandlung sich zwischen 37° bis $37,5^{\circ}$ hält.

Spezieller, klinischer Teil

Erkrankungen der Vulva und ihrer Umgebung

Sehr bald, nachdem die lokale Heilwirkung des Lichtes bei den Erkrankungen der Haut erkannt worden war, versuchte man eine gleich günstige Beeinflussung der pathologischen Veränderungen, speziell bei Erkrankungen der äußeren Geschlechtsteile des Weibes, zu erzielen. In der Tat wurden bei den Entzündungen der Vulva und ihrer Umgebung (Intertrigo) durch Bestrahlung mit Ultraviolett-Strahlern, Höhensonne, Ultrasonne, Jupiterlampe u. a. sehr gute Erfolge erreicht. Aber auch die Lichtquellen, deren Spektren sich ausschließlich im Gebiet der sichtbaren Strahlen halten, also von 410 bis etwa $370 \mu\mu$, werden in den meisten Fällen, wie die Erfahrung lehrt, zur Beseitigung dieser für die Trägerinnen äußerst lästigen Erkrankungen genügen. Ausschlaggebend für die endgültige Ausheilung dieser Störungen bleibt aber die gleichzeitige Bekämpfung der Grundursachen. Häufig ist die Erkrankung auch Folge eines hartnäckigen Fluors irgendwelcher Genese oder aber es liegen allgemeine Stoffwechselstörungen, wie Diabetes, harnsaure Diathese, Fettsucht und Störungen in der Blutzusammensetzung vor. Oft werden letztere erst hervorgerufen durch Dysfunktion einer oder mehrerer Drüsen innerer Sekretion.

Gut brauchbar ist nach unseren Erfahrungen auch das Lichtbidet zur Behandlung der Entzündung und Hautveränderung im Bereiche der Vulva. Vor allen Dingen rühmen die Patientinnen immer wieder das schnelle Nachlassen der subjektiven Beschwerden, lange bevor objektiv irgend eine Beeinflussung nachweisbar wird. Diese Schmerzlinderung tritt aber auch bei den anderen Lichtquellen mehr oder weniger rasch in Erscheinung. In letzter Zeit gingen wir dazu über, eine Kombinationsbehandlung mit den Ultraviolett-Strahlen der Ultrasonne und mit Lichtbidet oder Spektrosol durchzuführen.

Dabei heilt besonders gut die Furunkulose der Vulva. Wir gaben mit Erfolg die Ultrasonne dreimal wöchentlich zwanzig Minuten, aus einer Entfernung von 50 cm und außerdem das Lichtbidet oder Spektrosol täglich zehn bis zwanzig Minuten.

Unsicher erscheint uns die Wirkung des Lichtes auf die entzündlich veränderten BARTHOLINSchen Drüsen. Zwar sahen wir in einigen Fällen ein gutes Zurückgehen der Entzündung. In anderen Fällen kam es aber zur Abszeßbildung, so daß die Exstirpation der Zyste samt Kapsel doch vorgenommen werden mußte. Die Wirkung des Lichtes ist jedenfalls abhängig von dem Stadium der Erkrankung. Beeinflußbar ist überhaupt nur der Prozeß im Ausführungsgang der Drüse. Nach Abschwellung dieses Schleimhautkanales kann eine Spontanentleerung und völlige Ausheilung eintreten. Wenn aber eine Sekundärinfektion die Drüse selbst befallen hat, dann hilft keine Bestrahlung, sondern nur die Exstirpation.

Ein dankbares Anwendungsgebiet des Lichtes haben wir in der Nachbehandlung schlecht heilender Dammrisse. Die oft mit Nekrosen bedeckten, buchtenreichen Wundflächen, die ein mißfarbiges, eitriges Sekret absondern, säuberten sich nach den ersten Bestrahlungen sehr schnell; es kam zur Bildung normaler Granulationen und guter Epithelisierung, wobei die Zartheit der erzielten Narben ganz besonders hervorgehoben werden muß.

Aber auch prophylaktisch ist die Lichtbehandlung bei Dammrissen nach der Naht recht wertvoll; denn die hyperämisierende und gleichzeitig austrocknende Wirkung der Lichtquelle begünstigt eine glatte Heilung.

Auch der Pruritus vulvae, in der Regel veranlaßt durch Stoffwechselanomalien, spricht meistens recht gut auf die Lichtbehandlung an. Wir sehen selbst hartnäckige Fälle, die längere Zeit mit Salben, Puder, Ätzungen u. dgl. erfolglos behandelt waren, unter Einwirkung der BACHschen Höhensonne oder der Ultrasonne restlos abheilen. Dabei konnten wir keinen wesentlichen Unterschied in unseren Erfolgen bei der Benützung dieser oder jener Lichtquelle feststellen. Selbstverständlich darf man die Unterstützung der Heilung durch Bettruhe, Liegen mit gespreizten Beinen und Bedecken der erkrankten Partien mit einem indifferenten Puder nicht außer acht lassen, wenn man an die Wertung der Resultate kritisch herangeht. Auch LANDEKER und BRAMESFELD berichten, daß sie ähnlich gelagerte Fälle selbst bei ambulanter Behandlung mit Ultrasonne allein-gleich günstig beeinflußt haben. Man kann also sicher annehmen, daß ein kausaler Zusammenhang zwischen der Lichteinwirkung und der Heilung des Pruritus besteht.

Bei Fällen von Kraurosis, die auf die geschilderte Behandlung mit Ultraviolettlicht nicht ansprachen, brachten wir nach einer behandlungsfreien Pause von vierzehn Tagen die Röntgenbestrahlung in Anwendung, die dann meist noch zu recht schönen Erfolgen führte. Jedenfalls sollte die Lichtbehandlung allein oder kombipiert mit medikamentösen Einwirkungen in jedem Fall von Kraurosis vulvae versucht werden.

Bei den nicht seltenen Blutergüssen in die Vulva und ihre Umgebung, wie sie besonders nach instrumenteller Entbindung und gelegentlich auch auf traumatischem Wege außerhalb der Geburt zustande kommen, bewährte sich vor allen Dingen die Bestrahlung mit der Ultrasonne und der Höhensonne HANAU. Vorausgesetzt, daß sich in dem gequetschten Gewebe keine Infektion ausbreitet und zur Vereiterung führt, findet nach Lichtbehandlung ersichtlich eine viel schnellere Resorption des Blutergusses statt.

Ähnliche Erfolge erzielt die Ultraviolettbestrahlung auch bei Thrombosen der Beinvenen, die im Anschluß an Geburten entstanden sind. Man verabreicht zweckmäßig die Ultraviolettbestrahlung jeden zweiten Tag, wobei man eine schnellere Konsolidierung der Thromben und dann eine baldige Resorption sieht. Das schnellere Nachlassen der lokalen Beschwerden und die rasche Abnahme des Resorptionsfiebers ermöglichen oft ein überraschend frühes Aufstehen der Patientinnen.

Entzündliche Erkrankungen der Urethra

Die Entzündungen der Harnröhre sind meist infektiösen Ursprunges. Das Eindringen von Keimen kommt besonders leicht vor während des Puerperiums und während der Menses. Der geläufigste Erreger entzündlicher Urethralerkrankungen ist der Gonokokkus; aber auch zahlreiche andere Keime können solche Entzündungen erzeugen. Während des akuten Stadiums, mit seiner starken Schmerzhaftigkeit und der profusen Eiterung, ist die intraurethrale Behandlung schon wegen der Schmerzen und wegen der Gefahr der Keimverschleppung in die Blase verfehlt. Im chronischen Stadium ist vor allem die Ganzbestrahlung mit Höhensonne bis zur Erythembildung vorteilhaft, aber auch die Einwirkung von anderen Ultraviolett-Strahlern oder von Spektrosol, Lichtbidet u. a. auf die Vulva wird von den Patienten wegen der schnell einsetzenden Schmerzlinderung wohlätig empfunden. Oft hat man den Eindruck, daß die endgültige Ausheilung durch diese in der Umgebung der eigentlichen Erkrankung gesetzten Reize wesentlich begünstigt wird.

Die örtliche Belichtung wird ermöglicht durch Benutzung eines Quarzstabes, der in die Urethra eingeführt und dann an die KROMAYER-Lampe angeschlossen wird. Dabei ist es nötig, durch Herausziehen des eingeführten Quarzstabes die verschiedenen Schleimhautpartien der Urethra nacheinander zu exponieren. Die Belichtungszeit darf wegen der Gefahr der Schleimhautverbrennung nur sehr kurz sein und richtet sich nach der Abschwächung der Lichtintensität durch den Vorschaltwiderstand.

Coccydynie und Ischias

Eine vorzugsweise bei Frauen, die geboren haben, auftretende Erkrankung ist die Coccygodynie. Meistens ist die Entstehung abhängig von einem unter der Geburt gesetzten Trauma, besonders häufig hervorgerufen wird sie durch Verletzungen bei Zangenentbindungen, eventuell durch Luxation des Steißbeines. Es dürfte sich daher in den meisten Fällen um eine aus diesen Traumen resultierende Neuralgie handeln, die besonders dann heftig auftritt, wenn die am Steißbein inserierenden Muskeln in Tätigkeit treten. Bei diesen lästigen Beschwerden bewährt sich eine Bestrahlung des Kreuzbeines mit Höhensonne bis zur Erythembildung in verschiedenen Etappen ausgezeichnet. Aber auch von der Ultrasonne werden gute Erfolge bei dieser Neuralgie berichtet.

Ähnlich günstig auf die Lichtbehandlung reagieren auch die ischiadischen Beschwerden, wie wir sie bei entzündlichen Veränderungen im Becken finden, die bei Frauen ja meist auf eine Erkrankung der Generationsorgane zurückgehen.

Dabei kann nicht genug gewarnt werden vor schematischer Behandlung ischiadischer Beschwerden mit Bestrahlungen. Denn oft sind diese Schmerzen der Ausdruck einer Kompression und Reizung dieser Nerven durch Tumoren (Sa, Ca) des kleinen Beckens, der Genitalien oder des Mastdarmes.

Gleich gute Erfolge wie mit der Ultraviolett-Lichtbehandlung sehen wir manchmal auch bei der Anwendung der Drahtwiderstandslampe oder des Spektrosols, wie ja überhaupt eine kräftige Wärmeanwendung mit Bädern oder Kataplasmen bei diesen Schmerzen von guter Wirkung ist.

Erkrankungen der Scheide

Bei den Erkrankungen der Scheide war man mit der Lichtbehandlung lange auf den Umweg über eine Organismusumstimmung durch Allgemeinbestrahlung angewiesen; dieser war jedoch hinsichtlich der Beeinflussung der lokalen Erkrankung doch recht unsicher. Bei diesen Fällen zeigt sich am deutlichsten der große Vorteil der eben angeführten intravaginal anzuwendenden Spezialapparate. Durch diese Apparate ist die Therapie der Scheidenentzündungen in ein neues Stadium getreten.

Für die akute Entzündung der Scheide (Kolpitis), bei der die Einführung jedes Instrumentes heftige Schmerzen auslöst, verbietet sich die örtliche Lichtbehandlung von selbst, bis es durch entsprechende Vorbehandlung gelingt, die Schmerzhaftigkeit so weit zu mildern, daß die Einführung der Specula überhaupt möglich ist. Um dies Ziel schneller zu erreichen, bewährte sich uns die allgemeine Bestrahlung mit Höhensonne bis zur Erythembildung ganz ausgezeichnet und wir hatten in jedem Fall den Eindruck, daß die Heilung durch diese leistungssteigernde Behandlung wesentlich unterstützt wurde.

Vom Beginn der intravaginalen Behandlung mit Ultraviolettlicht an konnten wir eine schnelle Besserung der entzündlichen Erscheinungen konstatieren. Nach den ersten Bestrahlungen wird der Ausfluß reichlicher, dünnflüssiger und zellärmer, um nach drei bis vier Bestrahlungen auch in seiner Menge nachzulassen.

Bei der Belichtung mit der von uns regelmäßig benützten Scheidenheizlampe nach SEITZ, die in der Hauptsache als Wärmequelle gedacht ist, sahen wir einige Male eine geringe Verschlimmerung der entzündlichen Erscheinungen auftreten. Wegen der verursachten Beschwerden mußte die Behandlung mit der Lampe kürzere Zeit ausgesetzt werden. Kommt dies öfters vor, dann handelt es sich fast stets um Dosierungsfehler; es empfiehlt sich sodann, mit der Dosis noch weiter herunterzugehen. Man muß sich gegenwärtig halten, daß die Hitze in der Vagina nicht empfunden werden kann; nur die Vulvapartie ist hitzeempfindlich. Deshalb beginnt die Behandlung mit zehn Minuten und bei einer Regulierung, bei der die Wärme gerade noch angenehm von den Patienten empfunden wird; dann läßt sich eine Reizung fast mit Sicherheit vermeiden.

Es ist bekannt, daß die Entstehung der Kolpitis bei einem großen Teil der Fälle auf die Infektion der Zervix und des Uterus mit Gonokokken zurückzuführen ist. Auch die schweren Veränderungen der Scheidenschleimhaut bei der Kolpitis granularis sind fast ausschließlich auf die Reizung durch tripperghaltigen Fluor zurückzuführen.

Der Konstruktion der WINTZschen Scheidenbestrahlungslampe liegt die Beobachtung zugrunde, daß der Gonokokkus in größerem Umfange sich phototrop verhält. Es gelingt daher aus den tiefen Teilen der Schleimhaut, wohin die gebräuchlichen Medikamente gewöhnlich nicht dringen, die Gonokokken an die Schleimhautoberfläche zu bringen, zum Teil auch durch die Anregung eines kräftigen Saftstromes. Hier werden sie dann durch das später angewandte Medikament vernichtet. Unsere Erfahrungen gerade mit dieser Kombinationsbehandlung erstrecken sich nunmehr über ein Jahrzehnt; die Erfolge sind aus-

nehmend gute. Vor dem Einführen der Lampe erweist sich in jedem Fall eine Spülung mit Wasserstoffsuperoxyd als sehr geeignet, um nach Reinigung der Scheide von Sekret eine maximale Wirkung der Strahlen erreichen zu können. Um die starke Erwärmung, die bei dieser helleuchtenden Metallfadenlampe entsteht, auszuschalten, ist die Wasserkühlung der doppelwandigen Röhre anzuschließen, bevor mit der Belichtung begonnen wird.

Zur Behandlung der verschiedenen Formen der Kolpitis eignet sich die Ultrasonne ganz besonders. Die Bestrahlung wird so durchgeführt, daß das Spekulum zuerst auf die Portio gerichtet wird; diese soll möglichst in die Öffnung des Spekulum hineinpassen. Wir führen eine Belichtung von zirka zwanzig Minuten durch, anschließend daran bestrahlen wir dann nacheinander die übrige Schleimhaut, indem wir die Lampe alle zehn Minuten um zirka 2 cm zurückziehen. Auf diese Weise gelingt es die gut entfaltete Scheidenschleimhaut einem intensiven Lichtbad auszusetzen.

In der letzten Zeit behandeln wir die Kolpitis in der gleichen Weise auch mit der Höhensonne mit Vaginalansatz. Wir beginnen mit einer fünf Minuten langen Behandlung der Portio. Bei den nachfolgenden etappenweisen Belichtungen der Schleimhaut wird die Lampe von Minute zu Minute um je 1 bis 2 cm zurückgezogen. Die Behandlung mit der Höhensonne hat den Vorteil, daß die ganze Bestrahlungsserie in sehr kurzer Zeit gegeben werden kann. Dabei ist die Gefahr einer Verbrennung nicht groß; denn die Schleimhaut verträgt die doppelte Dosis der äußeren Haut, ehe es zu einer Erythembildung kommt. Da außerdem die vaginale Anwendung der Ultrasonne sowohl als die der Höhensonne unbedingt durch den Arzt vorgenommen werden muß, so spielt auch die Zeitersparnis eine Rolle, die das Arbeiten mit der Höhensonne, gegenüber dem Arbeiten mit der LANDEKER-Lampe, auszeichnet; die letztere hat freilich den Vorzug der Verbrennungsfreiheit.

Auch die schwer zu beeinflussende Kolpitis granularis und die Kolpitis senilis spricht auf ultraviolette Strahlung gut an. Bei Kolpitis granularis erfolgt nach wenigen Bestrahlungen ein Schwinden der roten Punkte. BRAMESFELD berichtet aus der Poliklinik von Polano, daß meistens sechs Behandlungen zur Ausheilung dieser Erkrankung genügen.

Ganz besonders günstig reagieren auf die Lichtbehandlung die adhäsiven Formen der Kolpitis, die fast jeder anderen Therapie trotzen und sonst regelmäßig wieder zu Verklebungen neigen.

Bei der Trichomonadenkolpitis sahen wir bei der Lichtbehandlung allein keine befriedigenden Resultate, als medikamentöse Therapie werden Chinin-Kupfer-Tabletten und Chinosolspülungen verordnet. Wir wenden Lichttherapie zurzeit bei diesen Fällen nur noch in Kombination mit diesen Medikamenten an.

Besonders auch bei der oft mit profusem Fluor verbundenen Kolpitis der Schwangeren beobachteten wir ein schnelles Nachlassen der gerade in diesen Fällen so belästigenden Sekretion.

Bei der Vaginitis der kleinen Kinder haben wir von der Lokalbelichtung der Vulva und Allgemeinwirkung von Höhensonne eine gute Unterstützung der sonstigen Therapie gesehen.

Beschleunigte Heilung sehen wir auch bei Dekubitalgeschwüren, verursacht durch Pessare in der Vagina; ganz vorzüglich sprechen die Dehnungsgeschwüre bei Prolapsen auf eine derartige unterstützende Behandlung an. Dabei geben wir der Höhensonne vor anderen Lichtquellen den Vorzug.

Führen Ausfluß aus dem Zervikalkanal oder sonstige zellpathologische Veränderungen im Bereich der Portio zu einer Erosion, so wird deren Heilung durch Lichtbehandlung oft sehr schnell erreicht. Bei unseren Fällen sahen wir immer eine rasche Überhäutung nach vier bis sechs Sitzungen, wobei die Ultrasonne und die Höhensonne vaginal gleich günstige Resultate lieferten. Jedenfalls dürfte von allen gynäkologischen Erkrankungen die Erosion der Portio die beste Aussicht auf schnelle Abheilung durch Lichtbehandlung aufweisen.

Anders liegen die Verhältnisse bei der sogenannten Pseudo-Erosion. Hier versagt naturgemäß die Lichtbehandlung in vielen Fällen. Als Methode für die Nachbehandlung nach der EMMETSchen Operation ist sie dagegen zu empfehlen.

Jedenfalls bedeutet die vaginale Lichtbehandlung der entzündlichen Erkrankungen der Scheide einen sehr großen Schritt vorwärts auf diesem bisher therapeutisch so schwer beeinflussbaren Gebiet.

Als Folge der Bestrahlung mit Ultraviolettlicht macht sich manchmal ein Gefühl geringer Spannung in der Scheide bemerkbar. Auch tritt bald nachher eine mäßige Rötung der bestrahlten Partien und am folgenden Tag eine stärkere Durchtränkung der Vaginalschleimhaut auf. Es entsteht ein Saftstrom, der die Keime aus der Tiefe hervorschwemmt und der direkten Strahlenwirkung aussetzt. Diese leichte Reizung hält nach unserer Beobachtung zirka zwei bis drei Tage an, so daß es erst nach dieser Frist ratsam ist, eine erneute gleiche Behandlung vorzunehmen. Daß unter der Einwirkung des Ultraviolettlichtes die Keime sehr schnell absterben, ist von verschiedenen Seiten für die Gynäkologie, unter anderem auch von GUTHMANN, gezeigt worden. So findet sich denn auch in der Tat in Vaginalausstrichen nach der Bestrahlung eine wesentlich geringere Keimzahl. Auch der Charakter der bestehenden Sekretabsonderung zeigt eine schnelle Veränderung. Der durch Abstoßung der Epithelien weißlich oder durch das Überwiegen von Leukozyten gelblich gefärbte Fluor wird bald wässriger und zellärmer.

Es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, daß die Gefahr eines Rezidivs fortbesteht, so lange es nicht gelingt, das Grundleiden zu beseitigen. Handelt es sich um chemisch reizende und keimhaltige Sekrete, die aus dem Zervikalkanal oder Uterus kommen, so ist selbstverständlich die Behandlung dieses Krankheitsherdes für die endgültige Ausheilung von ausschlaggebender Bedeutung. Es ist unlogisch, eine lokale Scheidenbehandlung vorzunehmen, wenn der Fluor die Folge einer Cervicitis, Endometritis, Adnexitis, Portioerosion oder von Myomen ist. Hier muß zunächst kausale Therapie getrieben werden. Diese erst wird unterstützt durch die Lichtbehandlung. Die Lichtbehandlung muß hier wiederum allgemein und lokal durchgeführt werden. Sie muß kombiniert werden mit Wärmebehandlung: Diathermie, elektrischem Heizkissen usw. Eine Besserung des Zustandes tritt aber nahezu in jedem Fall durch Verminderung der subjektiven Beschwerden ein, und zwar auch dann, wenn die Beseitigung des Grundübels nicht gelingt.

Erkrankungen der Zervix

Bei Erkrankungen der Zervix ist jedesmal eine äußerst intensive Lichtbehandlung notwendig. Bei Verwendung der Ultrasonne sollte man diese für eine halbe Stunde und länger auf die Portio einwirken lassen. Begünstigend für die ohnedies kombiniert durchzuführende medikamentöse Behandlung ist auch die auftretende Verflüssigung des Schleimpfropfens der Zervix, wodurch eine bessere Einwirkung des Medikamentes möglich wird. Anschließend an die Lichtbehandlung kommen Formalinätzungen nach MENGE oder Cholevalstäbchen in Betracht.

Erkrankungen des Uterus

Bei den Entzündungen der Uterusschleimhaut, sowohl der Endometritis als auch der isolierten Metritis empfiehlt sich immer eine Kombination von allgemeiner Körperbestrahlung mit vaginaler Lichteinwirkung. Aber an erster Stelle steht auch hier die kausale Therapie. Diese wird allerdings wesentlich unterstützt durch die Lichtbehandlung. Da die gelbroten Strahlen die günstigste Durchdringungsfähigkeit für das Körpergewebe haben, dürfte bei entsprechender Lichtstärke und Direktion des Strahlenkegels, wie es bei der Ultrasonnenanwendung nach LANDEKER stattfindet, auch am Orte der Erkrankung in der Tiefe des Beckens eine lichtspezifische, die Bakterizidie steigernde und die Keime selbst in ihrer Vitalität störende Wirkung auftreten. Da die Ultrasonne neben dem Ultraviolettstrahlenanteil eine große Menge der tiefdringenden gelbroten Strahlen aufweist, so scheint bei diesem Apparat eine optimale Lichtzusammensetzung gerade für diese Zwecke vorhanden zu sein.

Verschiedentlich wird von guten Erfolgen auch bei der Parametritis und Perimetritis berichtet. Dabei reagieren die frischen Fälle ganz besonders schnell. Zur Beseitigung der längere Zeit bestehenden Störungen ist aber eine größere Zahl von Sitzungen nötig. Bei der Pelveoperitonitis und den vorgenannten Entzündungen im Beckenbindegewebe verzichten wir in den meisten Fällen auf die Ultrasonnenbehandlung; denn die Erfolge, die wir vor Einführung dieser letztgenannten Lichtquelle bei unserer kombinierten Behandlung mit chemischen Resorbentien, Spektrosol, Scheidenheizlampe und Wärmeapplikation mit Stangorotherm und Fangopackungen, bzw. Diathermie unter Bettruhe erzielten, sind so gut, daß wir keine Veranlassung haben, davon abzugehen. Wir brauchen zur Beseitigung dieser entzündlichen Veränderungen gewöhnlich eine Zeit von vier bis sechs Wochen mit intensiver Licht- und Wärmebehandlung bei entsprechender Liegekur. Dann heilt der größte Teil der Fälle nach palpatorischer Feststellung aus. Manchmal schließen wir an Stelle der früher geübten Injektionen von unspezifischen Reizstoffen gegen Ende der Behandlung eine Serie von Quarzlampen-Bestrahlungen an. Sollte nach dieser Zeit ein vollständiger Heilungserfolg nicht eingetreten sein, so hat es nach unserer Erfahrung gewöhnlich keinen Zweck mehr, jetzt noch die Lichtbehandlung fortzusetzen, weil der Körper sich an die Behandlung gewöhnt hat und nicht mehr auf die Lichtreize anspricht. Wir entlassen dann die Patientinnen mit entsprechenden Verordnungen unter Schonung, Stuhlpflege usw. für längere Zeit und versuchen nach zwei oder drei Monaten eine neue, aber kürzer dauernde energische, konservative Behandlung mit Licht und Wärme. Auf diese Weise gelingt es fast immer, eine klinische Ausheilung zu erzielen.

Die durch alte entzündliche Verwachsungen bedingten Lageveränderungen der Gebärmutter mit Fixation in anormaler Position, also besonders die Retroflexio fixata, reagieren auf die Lichtbehandlung im allgemeinen recht gut. Allerdings ist eine Behandlungszeit von wenigstens sechs bis acht Wochen bei strengster Bettruhe nötig, um einen Dauererfolg zu erzielen. Bei der gleichzeitig anzuwendenden medikamentösen Beeinflussung und Dehnung der Verwachsungen durch vaginale Massage fällt sehr bald die seröse Durchtränkung des narbig veränderten Gewebes auf, die Infiltrationen schwinden und es gelingt in einem großen Teil der Fälle, die sonst nötige operative Lösung der Verwachsung zu umgehen und den Uterus in seine normale Lage zu bringen.

Erkrankungen der Adnexe

Die oben beschriebene Art der Behandlung führt auch bei den nun zu schildernden Erkrankungen der Adnexe meist zur Ausheilung, so daß verstümmelnde Operationen vermieden werden können.

Bei Adnexitis, einschließlich der Pyosalpinx, Hydrosalpinx und der entzündlichen Erkrankungen des Ovars, wird auch von der Ultraschallbestrahlung von guten Erfolgen berichtet. Wir selbst führen auch hier eine kombinierte Behandlung mit anderen Lichtquellen, Spektrosol, Scheidenheizlampe und Höhensonnen-Oberflächenbestrahlung und in Gestalt von Wärme, Diathermie usw. nach oben gegebener Vorschrift durch. In sehr hartnäckigen und schweren Fällen greifen wir an unserer Klinik zur „temporären Sterilisation“.

Der Termin für die Röntgensterilisation ist so zu wählen, daß diese unmittelbar nach Mensesablauf vorgenommen wird, weil man dadurch erreicht, daß in vielen Fällen bereits die nächste Monatsblutung ausbleibt, oder doch wenigstens verhindert, daß diese besonders stark ausfällt.

Die Auswahl der Fälle wird so getroffen, daß dieser Ergänzungsbehandlung einmal jene zugeführt werden, bei denen die Schwere und der Umfang der entzündlichen Erkrankung erfahrungsgemäß die Mensesausschaltung auf Zeit erfordert. Im übrigen greifen wir zur temporären Röntgensterilisation nur unter der Voraussetzung, daß die vorbeschriebene konservative Behandlung zweimal sechs Wochen lang ordnungsgemäß, aber ohne entsprechenden Erfolg durchgeführt worden war. Zwischen den beiden Behandlungsserien liegt ein Vierteljahr Intervall. Für den Fall, daß bei diesen konservativen Behandlungen auch Höhensonne zur Anwendung gekommen war, erachten wir ein vierzehntägiges Intervall zwischen der letzten Höhensonnenbelichtung und der Röntgenapplikation für erforderlich.

Behandlung der Regelstörungen

Ein großer Teil der Sprechstunden-Klientel sucht ärztlichen Rat und Behandlung wegen Regelstörungen. Diese können bedingt sein durch lokale Erkrankung des Eierstockes und anderer Genitalorgane, sie können innersekretorischer Art sein oder als Begleiterscheinungen einer Allgemeinerkrankung (Tuberkulose, Diabetes, Basedow) auftreten.

Gerade diese Fälle sind dankbare Objekte für die Lichtbehandlung im allgemeinen und die Verwendung von Ultraviolett-Strahlern im besonderen. Wenn auch die Absorption des ultravioletten Lichtanteiles fast vollständig in den obersten Schichten der Haut erfolgt, so wird doch, wie LAQUEUR feststellte, eine direkte Einwirkung auf das Blut und damit eine Allgemeinwirkung auf den Organismus mit spezieller Fernwirkung auf das innersekretorische System ausgelöst. Die Anwendung von Ganzbestrahlungen mit Höhensonne bei Regelstörungen wird seit langem geübt und auch wir sahen in verschiedenen Fällen gute Erfolge. Eine ähnlich günstige Beeinflussung ist auch durch Lichtquellen anderer Strahlenzusammensetzung, vor allen Dingen von Sonnenbädern, bekannt. Bei der leichten Beeinflußbarkeit der Menstruation durch Einwirkungen, die den Stoffwechsel ändern, war zu erwarten, daß auch ihre pathologischen Formen auf derartige Einflüsse günstig reagieren würden; die Beeinflussung des lokalen Gewebsstoffwechsels durch die des allgemeinen Stoffwechsels gerade durch die Lichttherapie ist aber anerkannt; so sind die Erfolge, die vielfach aus der Praxis berichtet wurden, auch theoretisch verständlich. Auch die günstigen Ergebnisse,

die LANDEKER mit der von ihm angegebenen vaginalen Ultrasonne u. a. auch bei Regelstörungen berichtet, sind in den letzten Jahren von verschiedenen Seiten nachgeprüft und zum Teil bestätigt worden.

Mit der Einführung der Ultrasonnenbestrahlung, kombiniert mit Organtherapie und Neonlichtbehandlung, schienen sich neue Aussichten für die Behandlung der Amenorrhoe und Hypoplasie zu eröffnen. So berichtet LANDEKER, der diese Methode empfohlen hat, wiederholt von Behebung lange Jahre bestehender Amenorrhoe bei hochgradiger Hypoplasie des Genitales. Auch Fälle von sekundärer Genitalatrophie sprechen häufig gut an. Die spezielle Methode ist folgende: der Strahlenkegel der intravaginal gegebenen Ultrasonne wird möglichst genau erst auf das eine, dann auf das andere Ovar für fünfzehn bis zwanzig Minuten gerichtet. Gleichzeitig wird abdominal eine Neonlampe aus zirka 30 cm Abstand auf die entsprechende Unterleibsseite eingestellt, so daß das bestrahlte Ovar in ein Kreuzfeuer von Strahlen der Ultrasonne und der Neonlampe kommt. Neben der Lichtbehandlung werden Organpräparate injiziert; Extrakte aus dem Vorderlappen der Hypophyse oder aus der Plazenta, zwanzig Minuten vor Beginn der Sitzung gegeben, erwiesen sich als besonders wirkungsvoll.

Nach etwa acht Minuten tritt ein eigenartiges Ziehen auf. Die Kranken geben an, es bestände ein Spannen im Leib, wie sie es sonst einige Tage vor der zu erwartenden Regel verspüren. Diese Empfindungen werden in nahezu allen Fällen geschildert, auch dann, wenn die Beseitigung der Amenorrhoe noch längere Zeit auf sich warten ließ oder nicht gelang. Manchmal soll eine einzige Sitzung zur Behebung einer vorübergehenden Amenorrhoe genügen. In sehr hartnäckigen Fällen muß jedoch wöchentlich zweimal bis zu einem halben Jahre Dauer diese Behandlung durchgeführt werden. Gelang es, die Patienten so lange in Behandlung zu halten, dann erzielte LANDEKER angeblich in den meisten Fällen Erfolg. Für gewöhnlich braucht er nach seiner Angabe sechs bis acht Sitzungen, um auch bei Fällen von infantiler Hypoplasie des Genitales eine merkbare Wachstumsanregung des Uterus und der Ovarien zu erzielen. Diese Wachstumssteigerung soll zuerst sogar über die normalen Größenverhältnisse von Uterus und Ovarien hinausführen, um erst nach einiger Zeit, nach dem Einsetzen normaler Regelblutungen zur Norm zurückzukehren. So sah er bei Amenorrhoe der verschiedensten Genese in manchen Fällen überraschend schnelle Besserung, in anderen ähnlichen Fällen versagte allerdings die Therapie. Nach BRAMESFELD, der über gute Erfolge berichtet, ist die Behandlung aussichtslos bei Amenorrhoe auf der Basis der Dystrophia adiposo-genitalis und bei Fällen, in denen Röntgenreizbestrahlung oder Ovartransplantation schon vorher erfolglos durchgeführt worden war.

In unserer Klinik wurden bei den auf diese Weise behandelten Fällen immer noch nebenher Einspritzungen von Agomensin durchgeführt. Wir konnten uns von dem Wert der alleinigen Lichtbehandlung der Amenorrhoe nach der Methode LANDEKER nicht einwandfrei überzeugen, weil auch bei Agomensin-injektionen allein, ambulant, die Amenorrhoe nach kürzerer oder längerer Zeit ohne jede weitere Behandlung behoben wird. Zudem hat LANDEKER gleichzeitig eine innersekretorische Behandlung durchgeführt, so daß es nicht gerechtfertigt ist, die Beseitigung der Amenorrhoe in diesen Fällen ohneweiters der speziellen Lichtbehandlung zuzuschreiben. Jedenfalls hatten wir in keinem Fall den Eindruck, daß eine wesentliche Abkürzung der Behandlungszeit durch die Methode LANDEKER gegenüber anderen Methoden erzielt werden konnte.

Die auf innersekretorischer oder entzündlicher Basis beruhenden verstärkten oder zu häufig auftretenden Blutungen reagieren in einem Teil der Fälle ebenfalls auf Lichtbehandlung ausgezeichnet, sei es nun, daß durch die Bestrahlung auf dem Wege über eine energische Stoffwechselsteigerung das gestörte, innersekretorische Gleichgewicht wiederhergestellt wird, oder daß irgendwelche entzündlichen Vorgänge am Uterus oder den Adnexen durch die Behandlung gebessert werden. Bei Blutungen auf entzündlicher Basis verspricht die vaginale Applikation von Ultrasonne nach LANDEKERS Angaben gute Erfolge; dabei wird man zweckmäßig mit Serien von zirka zwölf Sitzungen von je fünfzehn Minuten Dauer arbeiten und diese eventuell wiederholen. Daß daneben eine entsprechende Allgemeinbehandlung auch unter Zuhilfenahme von Medikamenten usw. nicht vernachlässigt werden darf, ist wohl selbstverständlich.

Bei der vielseitigen Beeinflussung des menschlichen Organismus durch die Lichtenergie kann es weiter nicht verwunderlich sein, daß die auf den mannigfaltigsten Ursachen beruhenden dysmenorrhoeischen Beschwerden in einem Teil der Fälle recht gut reagieren. Dabei war uns aus früheren Jahren, in denen an der Klinik zur Bekämpfung dieser Anomalie vielfach von der Höhensonne Gebrauch gemacht wurde, eine gute Beeinflussung bekannt; deshalb wird auch heute noch neben der Anwendung langwelliger Lichtstrahlen, wie sie bei den Lampen von der Art des Spektrosols, des Neonlichtes, des Kohlenbogenlichtes oder beim Lichtkastenbad zur Verfügung stehen, die Höhensonne zur Ganzbestrahlung ausgiebig verwendet. Daneben haben wir aber in vielen, allerdings ausgewählten Fällen von der vaginalen Lichtbehandlung mit der Ultrasonne gute Resultate gesehen. Auch bei der vaginalen Anwendung der Höhensonne HANAU hatten wir Erfolge, die diese Behandlung gegenüber der bequemerem äußeren Applikation rechtfertigen.

Bei diesen so sehr von psychischen Eindrücken abhängigen Störungen dürfen wir selbstverständlich nicht die psychische Einwirkung einer wiederholten Vaginalbehandlung mit dem imponierenden Apparateaufbau der Ultrasonne oder der Höhensonne außer acht lassen, wenn wir die Erfolge kritisch würdigen wollen. Aber gerade mit Rücksicht darauf haben wir doch bei unserem reichhaltigen Material den überzeugenden Eindruck gewonnen, daß uns in der Lichtbehandlung für die Beeinflussung der Dysmenorrhoe ein sehr gutes therapeutisches Hilfsmittel an die Hand gegeben ist. Am deutlichsten treten die Vorzüge der Lichtbehandlung gegenüber anderen Methoden dann in Erscheinung, wenn diese die Psyche und den Körper so stark erschütternde Störung auf konstitutioneller Basis oder auf innersekretorischer Dysfunktion des Ovars und der mit ihm gekuppelten Drüsen beruht. Allgemeine Einwirkungen auf den Körper mit besonderer Beeinflussung der inneren Sekretion wird durch erythemerzielende Ultraviolett-Bestrahlung des ganzen Körpers aber besser und schneller erreicht, als durch irgendeine andere Therapie (z. B. unspezifische Einspritzungen).

Bei all diesen innersekretorisch bedingten Erkrankungen ist daran zu denken, daß die primäre Störungsursache auch an anderer Stelle des innersekretorischen Systems liegen kann. Dann ist die Beeinflussung des Ovariums und deren klinisch feststellbare Folge erst sekundärer Natur und wird nur auf eine Heilbehandlung reagieren, die an dem Sitz der primären Störung angreift. Es hat daher in diesen Fällen der indirekten ovariellen Störung keinen Sinn, eine lokale Ovarbehandlung durchzuführen, ja, man könnte auf diese Art das ohnehin schon beeinträchtigte Organ unter Umständen noch weiter schädigen.

Kontraindikationen

Kontraindiziert ist die Lichtbehandlung ganz allgemein bei profusen Blutungen. Auch die frisch entzündlichen Genitalerkrankungen, so weit sie mit hohem Fieber einhergehen, eignen sich nicht für irgendwelche Behandlung mit Lichtquellen, die gleichzeitig eine bedeutende Wärmezufuhr bedingen. Aber auch die Ultraviolett-Strahlen sind hier nicht angebracht, da bei akuten Infektionen durch sie der bakterizide Titer im Blut — im Gegensatz zu sonst — noch vermindert wird, wie von RITT nachgewiesen wurde. Auch während der Menses ist die Bakterizidie des Blutes sehr klein und wird dann durch die Bestrahlung noch verringert. Dies ist auch einer der Gründe, warum wir zu Beginn der Menses jede energische Lichtbehandlung unterbrechen; denn die Gefahr des Aufflackerns eines Prozesses, die während der Menses schon ohnedies besteht, könnte durch Schwächung der bakteriziden Kräfte noch weiter vergrößert werden. Aus denselben Gründen ist bei schweren septischen und pyämischen Prozessen die Lichtbehandlung kontraindiziert.

In den einleitenden Kapiteln über die Anwendung des Lichtes bei den verschiedenen gynäkologischen Erkrankungen haben wir gezeigt, daß bei nahezu allen entzündlichen Erkrankungen die konservative Behandlung gute Erfolge erzielt. Zwar werden oft Arzt und Patient auf eine schwere Geduldsprobe gestellt. Denn die Aussicht, von den Beschwerden schnell befreit zu werden und dadurch die Arbeitsfähigkeit und die mindestens ebenso wichtige Lebensfreude wieder zu erlangen, ist bei operativem Vorgehen primär größer; aber das notwendige radikale Vorgehen verstümmelt die Frau, verursacht meist schwere Ausfallserscheinungen und führt in deren Gefolge zu psychischen Störungen, oft bedrohlichen Grades. Unter Umständen können sogar durch postoperative Verwachsungen noch heftigere Beschwerden auftreten, als die waren, die man durch die Operation beseitigen wollte. Diese Störungen führen dann die Patienten noch jahrelang mit den gleichen Klagen immer wieder zum Arzt. Auch dieser Crux medicorum gegenüber hilft dann nur eine energisch durchgeführte und durchgehaltene konservative Therapie, die durch eine geeignete Lichtbehandlung wertvoll unterstützt werden kann.

Wir sehen also in der Lichtbehandlung gynäkologischer Erkrankungen ein überaus wertvolles therapeutisches Hilfsmittel, das freilich nur im Verein mit einer zielbewußt durchgeführten konservativen Therapie unter gleichzeitiger strengster Bettruhe und anderen therapeutischen Maßnahmen zum Ziele führt. Durch den Ausbau, den die Lichttherapie in den letzten Jahren erfahren hat, hat sich auch der Indikationsbereich dieser Strahlenbehandlung wesentlich erweitert, so daß heute eine konservative Behandlung in der Gynäkologie ohne sie nicht zu denken ist.

Literatur

BACH, H.: Natursonne, Kohlenbogenlampen oder Quarzlampen? Sonderdruck der Quarzlampengesellschaft Hanau. — BRAMESFELD: Die Lichtbehandlung in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 22, S. 352. — FLASKAMP: Die artifizielle temporäre Amenorrhöe im Heilplan der entzündlichen Adnexerkrankungen. Dtsch. med. Wochenschr., Nr. 44, S. 1815. 1925. — DERSELBE: Röntgentiefentherapie bei entzündlichen Adnexerkrankungen. Zentralbl. f. Gynäkol., Nr. 3, S. 100, 1923. — FRAENKEL, M.: Zur Frage der direkten Tiefenwirkung der Ultrasonnenbestrahlung. Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie. Bd. 29, H. 6, S. 223; Ber. ü. d. ges. Geburtsh.

u. Gynäkol., Bd. IX, S. 39. — GUTHMANN: Physikalische Heilmethoden. HALBAN-SEITZ, Bd. II, S. 573; dort ausführliche Literaturangabe. — HEYNEMANN: Die Entzündungen der Adnexe und des Beckenperitoneums. HALBAN-SEITZ, Bd. V, 1. T., S. 33. — DERSELBE: Die Verwendung der ultravioletten Strahlen (künstliche Höhensonne) in der Gynäkologie und der Einfluß dieser und anderer Strahlen auf Bakterien. Vortrag in der Freien Vereinigung mitteldeutscher Gynäkologen, 17. Mai 1924. — HILL und ELDINOW: Die praktische Methode der Dosierung von ultravioletten Strahlen. Practitioner, Bd. 115, S. 102. Ref.: Ber. ü. d. ges. Geburtsh. u. Gynäkol., Bd. IX, S. 413. — JESIONEK: Über Lichtbehandlung, insonderheit in der Rekonvaleszenz. Med. Klinik, Nr. 29, S. 1101. — JONAS: Neue Wege der Lichtbehandlung in der Gynäkologie. Strahlentherapie, Bd. 15, S. 237. — KOWARSCHIK: Welche Bedeutung hat die künstliche Höhensonne für den praktischen Arzt? Wien. klin. Wochenschr., Nr. 10, S. 292. 1926. — LANDEKER: Die Bedeutung der kombinierten Organ- und Strahlentherapie für die genitalen Funktionsstörungen der Frau. Med. Klinik, Nr. 20, S. 740. 1925. — DERSELBE: Biologische Gedanken und Methoden zum Problem des genitalen Fluors. Arch. f. Gynäkol., Bd. 125, S. 429. — DERSELBE: Zeitschr. f. d. ges. physikal. Therapie, Bd. 30, S. 15. — DERSELBE: Physikalisches zur LANDEKERSchen Ultraviolettbehandlung. Zentralbl. f. Gynäkol., S. 2829. 1926. — DERSELBE: Zum Problem der Entstehung und Behandlung des vaginalen Fluors. Arch. f. Gynäkol. Bd. 124, S. 367. — DERSELBE: Vaginale Ultraviolettbestrahlung als Heilmittel gegen gynäkologische Erkrankungen. Therapie d. Gegenw., S. 521. 1925. Ref. Zentralbl. f. Gynäkol., S. 2677. 1925. — DERSELBE und SCHULZ: Der respiratorische Gaswechsel als Wertmesser der Lichttherapie. Strahlentherapie, Bd. 19, S. 579. — LAQUEUR: Physikalische Therapie. Med. Klinik, Nr. 1, S. 27. 1926. — DERSELBE: Jahreskurse f. ärztl. Fortbildung, Augustheft 1924. — DERSELBE und WIENER: Allgemeinwirkungen von Schleimhautbestrahlungen mit ultraviolettem Licht. Med. Klinik, S. 242. 1925. — LEICHER: Zeitschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenheilk., Bd. 13, H. 1, S. 1. — LOSSEN: Über eine angebliche Verbrennung III. Grades mit der künstlichen Höhensonne. Strahlentherapie, Bd. 21, S. 710. — NETZER: Unsere Erfahrungen mit der verbrennungsfreien Ultrasonne. Strahlentherapie, Bd. 20, S. 181. — NEUFELD: Intravaginale Bestrahlungen mit der Ultrasonne nach LANDEKER. Klin. Wochenschr., S. 728. 1926. — PEACOCK: Quantitative Bestimmungen in Gewebsreaktionen gegen ultraviolette Bestrahlungen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. 24, H. 3, S. 425. — SCHMIDT: Lichttherapie, die Therapie der Zukunft. Münch. med. Wochenschr., S. 154. 1926. — v. SCHUBERT: Physikalisches zur LANDEKERSchen Ultraviolettbehandlung. Zentralbl. f. Gynäkol., Nr. 27. 1926. — SCHULTZ: Vergleichende Messungen an der Höhensonne und der Quarzlampe „Wiusol“. Strahlentherapie, Bd. 19, S. 815. — STEIGER: Über die Kombination von Licht- und Wärmetherapie. Strahlentherapie, Bd. 21, S. 696. — VAN DE VELDE: Zentralbl. f. Gynäkol., Nr. 19, 1915. — WAGNER: Allg. med. Zentral-Zeitung, Nr. 5/6. 1913.

Die Behandlung der Pocken durch Lichtentzug

Von

C. H. Würtzen-Kopenhagen

FINSEN entzog die alten Berichte über die Behandlung der Variola bei Lichtabschluß und im Dunkelzimmer der Vergessenheit. Er verwies ferner darauf, daß die meisten Methoden, die allgemein im Gebrauche waren, um eine Narbenbildung zu vermeiden, das Licht von der Haut abhielten, ohne daß man sich darüber klar gewesen wäre, daß sie gerade deshalb wirksam waren. Dies gilt von Kompressen, Salben, Pinseln mit Jodtinktur oder Lapislösung. Auch muß man im Anschlusse hieran die von DREYER (1910) angegebene Behandlung erwähnen, welche ihren Ausgangspunkt von der FINSEN-Behandlung nimmt und durch Bestreichen mit einer Lösung von Kaliumpermanganat durchgeführt wird. Durch diese Modifikation will er den Lichtfilter auf die Haut verlegen. Abgesehen davon, rechnet er damit, daß das Kaliumpermanganat in seiner Eigenschaft als Antiseptikum einen besonderen Einfluß auf mögliche Suppuration haben solle.

Die Technik der Pockenbehandlung nach Finsen

Wenn die FINSEN-Pockenbehandlung in der Praxis ihrem Zwecke völlig entsprechen soll, so müssen alle technischen Vorkehrungen ohne Mangel sein. Freilich weiß man nicht mit Sicherheit, ob es absolut nötig ist, daß alle chemischen Strahlen ausgeschlossen sind, doch hat die Praxis gezeigt, daß nur eine sehr kleine Lichtmenge genügt, um das Resultat in Frage zu stellen. Man muß infolgedessen fordern, daß unbedingt alle chemischen Lichtstrahlen vom Krankenzimmer ausgeschlossen werden.

Dies ist natürlich ohneweiters zu erreichen, wenn man die Patienten in völliger Dunkelheit beläßt. Man hat diese Behandlung angewandt, und in der Verlegenheit kann sie als Nothilfe berechtigt sein, bis man sich auf andere Weise zu helfen in der Lage ist. Die Dunkelbehandlung bringt jedoch sowohl für die Patienten wie auch für das beaufsichtigende Personal so viele Unannehmlichkeiten mit sich, daß man ihr nur einen bescheidenen Platz zugestehen darf. Die Aufgabe, die kurzwelligen Strahlen fernzuhalten, wird in ebenso guter und bequemer Weise durch das rote Zimmer gelöst.

Man muß dieses Zimmer derart einrichten, daß die roten Medien, die das Licht passiert, imstande sind, die chemischen Strahlen völlig zu absorbieren. Die Installation geht vor sich wie folgt: Man bedeckt alle Fenster mit rotem Tuch (Buchbinderschirting, Flanell, Kaschmir oder Zwilch) in mehreren Schichten; auch kann man die Fenster mit rotem Papier in mehreren Schichten zudecken oder Scheiben aus rotem Glas verwenden. Wenn der rote Stoff von dichtem Gewebe ist, die Schichten nicht zu wenige sind und an den Seiten

kein Licht eintreten kann, sind alle Forderungen erfüllt. Durch spektroskopische Untersuchung wurde erwiesen, daß nur äußerst selten mehr als vier Schichten nötig sind. Nur eine geringe Menge Lichtstrahlen passieren jetzt überhaupt; der Raum ist demnach ziemlich dunkel. Dieses relative Dunkel kann bis zu einem gewissen Grade lästig wirken, doch darf dies nicht überschätzt werden. Denn die Patienten empfinden in der Regel das stark gedämpfte Licht als eine Annehmlichkeit, wenn sie bei Beginn der Krankheit geschwächt sind.

Auch darf man weder gegen das Dunkel noch gegen das rote Licht von dem Gesichtspunkte aus einen berechtigten Einspruch erheben, daß die Untersuchung der Patienten unter diesen Lichtverhältnissen erschwert wird. Der Arzt muß sich nämlich daran gewöhnen, das Exanthem mit den Eigentümlichkeiten des Aussehens, welche von der Beleuchtung herrühren, zu sehen und zu beurteilen. Sollte endlich der Raum besonders dunkel sein, so darf man, wenn nötig, für kurze Zeit ein Stearinlicht anzünden, dessen Flamme ja, wie bekannt, nur eine sehr geringe Menge von chemischen Strahlen entsendet.

Ein Vorteil, der für die Praxis sehr wertvoll ist und den die roten Scheiben nicht aufweisen, bietet der rote Stoff dadurch, daß er meist ganz rasch installiert werden kann.

Die Anwendungsform mit roten Scheiben hat ihrerseits den Vorteil, daß sie das Licht im Krankenzimmer nicht stärker schwächt, als daß man nicht den größten Teil des Tages lesen könnte. Dies ist eine große Annehmlichkeit für leichter angegriffene Patienten sowie auch eine Erleichterung für die Pflegerin in ihrer Arbeit. Die Scheiben werden in lose Rahmen eingesetzt und diese werden mit Haken, die sie dicht anschließen, an gewöhnlichen Fenstern angebracht. Die Anbringung geschieht am besten an der Innenseite der Fenster; dabei werden die ultravioletten Strahlen schon durch das gewöhnliche Fensterglas weitgehend zurückgehalten; von der Bedeutung der Aufbewahrung des Glases wird gleich die Rede sein. Natürlich geht das Anhängen an sich leichter und schneller vor sich, als die Zudeckung mit rotem Stoffe. Doch bergen die Fensterscheiben an sich eine Gefahr, der man mit dem Stoff nicht so leicht ausgesetzt ist und die im voraus ausgeschlossen sein muß, damit die Resultate nicht durch technische Mängel in Frage gestellt werden.

Man muß namentlich sicher sein, daß das Glas die Forderungen erfüllt, die an dasselbe gestellt werden müssen, und diese werden nicht ganz so leicht erfüllt, als man von vornherein zu glauben geneigt ist.

Es zeigte sich schon in der ersten Zeit, daß das rote Glas im Sonnenschein nicht immer die grünen Strahlen zurückhält. Deshalb hing man der Sicherheit halber auch rote Decken auf.

An dem mir unterstehenden Öresundshospital hat man später — um das Prinzip rein zu halten — versucht, nur solches Glas anzuwenden, das sich bei spektroskopischer Untersuchung als fehlerfrei zeigte. Es ist indessen — jedenfalls hier in Kopenhagen — nicht ganz leicht, sich brauchbares Glas, selbst in recht bescheidener Menge, zu beschaffen. Die spektroskopische Untersuchung oder Untersuchung mit lichtempfindlichem photographischen Papier ist unbedingt notwendig. Wird eine solche Untersuchung vorgenommen, so ergibt es sich, daß nur eine geringe Anzahl der ausgewählten Gläser die Probe besteht. Man hoffte diese Schwierigkeit, die sich natürlich dann am peinlichsten geltend macht, wenn keine Zeit zu verlieren ist, dadurch überwinden zu können, daß stets ein genügender Vorrat geprüfter Scheiben vorhanden wäre. Dies ist leider nicht der Fall. In eingehenden Untersuchungen (C. H. WÜRTZEN) konnte festgestellt werden, daß rotes Glas, das in einem früheren Zeitpunkte allen Anforderungen

entsprach, mit der Zeit „verbleicht“ und unbrauchbar wird. Hierüber wird man sich nicht wundern, wenn man bedenkt, daß in der Regel nur eine ganz dünne, gefärbte Schicht auf gewöhnlichem Glase liegt.

Die Unbrauchbarkeit kann auch eintreten, wenn das Glas verhältnismäßig kurze Zeit im Gebrauch gewesen ist und im übrigen in einem recht dunklen Magazin aufbewahrt war, oder die einzelnen Scheiben in einem Kasten dicht zusammengestellt waren.

Gewöhnlich geht die Veränderung des Glases allmählich im Laufe einer kürzeren Reihe von Jahren vor sich, sie kann aber — bei an sich weniger resistenten Glassorten — bedeutend rascher vor sich gehen. Man besitzt leider keine Mittel, um sich bei der Anschaffung zu sichern, daß man ein haltbares Produkt bekomme. Auch scheint es, daß das Glas, wenn es zu versagen beginnt, zunächst die grünen Spektralbezirke passieren läßt. Solange sich die Scheiben derart verändern, daß sie nur eine sehr geringe Menge von grünen Strahlen durchgehen lassen, kann man sie der Theorie zum Trotz in der Praxis noch anwenden. Man muß auch hervorheben, daß das rote Glas erst dann dem Auge verdächtig wird, wenn es die Eigenschaft verloren hat, die chemischen Strahlen zurückzuhalten. Diese Farbenveränderung beginnt in Form von Streifen oder Inseln. Diese ist ein untrügliches Zeichen dafür, daß das Glas auch in jenen Partien unbrauchbar ist, in denen noch nichts zu sehen ist. Daher muß betont werden, daß man mit bloßem Auge nur die Unbrauchbarkeit des Glases erkennen kann, daß aber mit dieser Art der Untersuchung nichts über seine Brauchbarkeit gesagt wird.

Durch Verwendung diffus gefärbten Glases ließe sich dies wohl vermeiden; doch ist hier der Kostenpunkt ein zu großer.

Die Anwendung der roten Scheiben erfordert also, daß man den Bestand in kürzeren Zwischenräumen kontrolliert und zur rechten Zeit das unbrauchbare Glas ausscheidet.

Hieraus geht hervor, daß die FINSEN-Behandlung mit diesem Installationsmodus den Krankenhäusern vorbehalten werden muß, die ihr Armamentarium immerhin in Ordnung halten können. Bietet diese Behandlung doch Vorzüge, die wohl der Mühe und der Ausgaben wert sind. Man kann jedoch diese Ausgaben dadurch verringern, da manchmal durch Aufeinanderschachteln zweier unbrauchbarer Scheiben eine brauchbare erhalten werden kann.

Endlich kann man zu irgend einer Art roten Papiere seine Zuflucht nehmen. Dies ist doch kaum empfehlenswert. Im Öresundhospitale hat man dieses Verfahren niemals angewandt. Nach den Versuchen, die wir über die Brauchbarkeit dieses Verfahrens angestellt haben, sind die gewöhnlichen Papiersorten, in einzelner Schicht angewandt, nicht lichtdicht. Legt man mehrere Schichten übereinander, um Lichtdichtigkeit zu erreichen, dann wird das Zimmer leicht so dunkel, daß man es beinahe eine Dunkelbehandlung nennen muß. Auch ist zu erwarten, daß die ursprüngliche Farbe leicht verbleicht.

Ist nun das rote Zimmer auf irgend eine der beschriebenen Methoden installiert, dann sind nur noch einige Einzelheiten zu beobachten.

Es ist erforderlich, die Vorkehrungen nicht nur auf die Krankenstuben zu beschränken. Angrenzende Zimmer, Gänge usw. müssen ebenfalls als rote Zimmer hergerichtet sein, damit nicht beim Öffnen der Tür zur Krankenstube eine Menge schädlichen Tageslichtes auf den Patienten falle. Auch muß beim künstlichen Licht entsprechend vorgesorgt werden: bei Gaslicht rotes Lampenglas, so wie es die Photographen gebrauchen, bei elektrischem Lichte entsprechend gefärbte elektrische Lampen.

Endlich darf die Lüftung der Krankenstube erst am Abend nach Einbruch der Dunkelheit stattfinden.

Man kann nun fragen, wie sich die Patienten sowie auch die Pflegerinnen im allgemeinen in dem roten Lichte befinden.

Daß durch diesen relativ kurzen Entzug der chemischen wirksamen Strahlen ein Schaden eintritt, ist nicht zu erwarten. Doch scheint die Reaktion beim Aufenthalt in rotem Lichte eine recht verschiedene zu sein.

So teilt man mit, daß zu einer Zeit, in der man in LUMIÈRES photographischen Werkstätten nur rotes Licht anwandte, es nicht selten war, daß man bei den Arbeitern Anzeichen gewisser Exzitation und beunruhigender Gemütsstimmung fand, daß dies aber verschwand, als zu grüner Beleuchtung übergegangen wurde. Neben der überwiegend großen Anzahl Patienten, die vom roten Lichte nicht unangenehm beeinflusst werden, trifft man eine kleine Minorität, auf die es unangenehm einwirkt; sie klagen über Druck im Kopfe, Kopfschmerzen und üble Laune — also nicht über Exzitation. Sicher ist es, daß es oft ermüdet, bei rotem Lichte durch lange Zeit ohne Unterbrechung zu lesen. Der Aufenthalt in rotem Lichte verursacht eine starke Empfindlichkeit der Retina für gewöhnliches kräftiges Tageslicht. Diese Empfindlichkeit ist für Krankenwärterinnen ziemlich lästig, die ja gezwungen sind, sich zwischen dem roten Zimmer und dem Tageslichte hin und her zu bewegen. Diesem Übelstande kann durch Tragen farbiger, nicht sehr dunkler Brillen abgeholfen werden.

In den eben beschriebenen Rotlichträumen wird die Behandlung der Pocken nach FINSSEN ausgeübt, von deren Leistungsfähigkeit und deren Erfolgen noch kurz die Rede sein soll. Das Ziel der FINSSENSchen Methodik ist: Verhinderung der Suppuration im Exanthem, wie auch Vermeidung der Narbenbildung. Die Behandlung ist insofern ein „Topicum“; damit ist ihre Bedeutung aber nicht erschöpft, da die letzte Periode der Krankheit sich ganz verändert, wenn das Suppurationsfieber ausbleibt und damit auch die Komplikationen, die sich sonst an die Krankheit knüpfen.

Die Behandlung hat — wie anzunehmen war — keinen Einfluß auf die Zahl der Todesfälle, die sich zu Beginn der Krankheit ereignen und durch die Virulenz der Infektion bedingt sind. Sie hat aber den Zweck, die Anzahl jener Todesfälle zu verhindern, die mit dem Suppurationsfieber und dessen Konsequenzen in Verbindung stehen. Auch wird die Conjunctivitis im roten Lichte durch ihren milderen Verlauf weniger qualvoll empfunden.

Hiermit ist der Wirkungskreis der Behandlung erschöpft. Als angenehme Beigabe kann man beobachten, daß sich der charakteristische unangenehme Geruch, dem man gewöhnlich in Pockenkrankenhäusern früher begegnete, nicht mehr findet. Auch ist es von hygienischer Bedeutung, daß die Fliegen das rote Licht meiden.

Wie mehrfach erwähnt, ist es unbedingt notwendig, daß die Technik ohne Fehler ist, damit die Methode ihrem Zwecke entspreche. Auch muß man die Behandlung so lange fortsetzen, bis die Pusteln eingetrocknet sind. Folgender Versuch, welchen SVENDSEN anstellte, wird die Bedeutung dieser Forderung beweisen. Zu einem Zeitpunkte, in dem die Pusteln im Gesichte ganz eingetrocknet waren, war dies auf den Händen nicht ganz der Fall. SVENDSEN unterbrach die Behandlung einiger Patienten. Die Folge war, daß auf den Händen etwas Suppuration entstand, späterhin auch Narbenbildung.

Dasselbe zeigen auch einige von FEILBERG gemachte Beobachtungen: Beim Abbrechen der Behandlung fingen einige nicht vollständig eingetrocknete Pusteln auf dem Ohre an, abermals zu suppurieren an.

Die Behandlung muß so früh wie möglich einsetzen, beim Eintritt des Rashes oder noch früher; je später man beginnt, desto geringer sind — und zwar in stark steigender Progression — die Chancen, und man darf vielleicht sagen, daß der vierte Krankheitstag der letzte ist, der noch Aussicht auf Gelingen gibt.

Erst wenn man diese Anweisungen genau beobachtet, darf man das erwünschte Resultat erwarten, man darf die Behandlung nicht für die Narben verantwortlich machen, die durch Kratzen mit schmutzigen Nägeln veranlaßt sind.

Endlich müssen wir feststellen, daß die FINSSEN-Behandlung keineswegs eine andere Behandlung ausschließt. Eine solche kann man auf gewöhnliche Weise unternehmen — doch in rotem Lichte.

Die erste Abhandlung FINSSENS schloß mit der Anregung, seine Methode bei gegebener Gelegenheit zu versuchen. Die Abhandlung wurde im August 1893 veröffentlicht und durch ein merkwürdiges Spiel des Schicksals konnte man sie ungefähr gleichzeitig prüfen, da in Bergen (Norwegen) Pocken auftraten. Die Veröffentlichung der behandelten Fälle ergab die Wirksamkeit der Behandlung (LINDHOLM, SVENDSEN).

Im Jänner 1894 kam von Dänemark die erste Mitteilung (FEILBERG, Öresundshospital) und auch hier waren die Resultate sehr günstig. In den folgenden Jahren, in welchen einige Pockenfälle — ganz gegen Gewohnheit hier im Lande — auftraten, wurde die Methode von den verschiedenen behandelnden Ärzten nachgeprüft; dasselbe war in den Nachbarländern mit einem größeren Materiale der Fall und die Berichte sprachen sich im höchsten Maße günstig über die Behandlung aus. Auf Grundlage dieser Erfahrungen wurde die FINSSEN-Behandlung von Anfang an hier im Norden die Standardbehandlung der Variola, und man betrachtet es sicherlich hier als undenkbar, sie nicht anzuwenden. Denn unter einer gewissenhaften Ausführung hat sie den geeigneten Fällen gegenüber niemals versagt.

Auch hat die Methode viele andere Erfolge aufzuweisen und ist in vielen Publikationen gerühmt worden. Allein es läßt sich nicht verheimlichen, daß sich neben den Mitteilungen über günstige Erfahrungen viele finden, denen zufolge die Methode ihre Versprechungen nicht gehalten hätte. Gewöhnlich läßt sich aber nachweisen, daß man die technische Durchführung vom Anfange bis zum Ende nicht mit der skrupulösen Genauigkeit absolviert hat, die man auf das bestimmteste fordern muß. Doch nicht bei allen Mitteilungen ist dies der Fall. Soweit man es aus der Publikation entnehmen kann, wurden 14 Patienten von RICKETTS und BYLES einer ganz fehlerfreien Behandlung unterworfen; auch kam eine Anzahl dieser Fälle in einem so frühen Zeitpunkte zur Behandlung, daß man auch in diesem Punkte keine Kritik anwenden darf. Dasselbe gilt in nicht geringerem Grade für die von ARNDT mitgeteilten Fälle von der Pockenepidemie in Dresden im Jahre 1918/19. Unter diesen bemerkt man besonders acht (sechs Variolapatienten, zwei Patienten mit Variolois).

Halten auch die letztgenannten Mitteilungen jeder Kritik stand, so kann man doch dessen nicht sicher sein, ob nicht von Seite des Pflegepersonals, z. B. bei Lüftung der Krankenstuben, oder auf eine Weise, die den Ärzten ganz unbekannt gewesen ist, sich Fehler in die Behandlung eingeschlichen haben. Vielleicht ist so ein Mangel derart geringfügig gewesen, daß er nicht beachtet wurde, daß er aber doch dazu ausreichte, um den Erfolg in Frage zu stellen.

Jedenfalls muß es merkwürdig erscheinen, daß dieselbe genau ausgeführte Behandlung in der Hand einer Person vollkommene Resultate ergibt, in der Hand der anderen aber ganz versagt. Und diese Differenz wird sich dadurch

nicht erklären lassen, daß die behandelten Pockenfälle rücksichtlich ihrer Schwere variiert haben können, denn unter den Fällen, die mit Erfolg der FINSSEN-Behandlung unterzogen wurden, finden sich viele, die ohne Zweifel sehr schwer waren.

Das Gebiet der Behandlung durch Lichtabschluß ist mit der Pockenbehandlung sozusagen abgeschlossen.

Kurz nach dem Erscheinen der Arbeit über negative Lichtbehandlung machte man Versuche bei verschiedenen Krankheiten, bei denen ein günstiger Einfluß zu hoffen war. Diese Krankheiten waren namentlich: Rose, Scharlachfieber, Masern.

Hier verfüge ich nicht über persönliche Erfahrungen. Trotz mancher Mitteilung über günstige Erfolge, scheint sich diese Anwendung der „negativen Lichtbehandlung“ nicht bewährt zu haben und man hat sie verlassen.

Bei diesen Krankheiten ist die Bedeutung der Belichtung auf das Exanthem und den Krankheitsverlauf wohl nicht so bedeutungsvoll und hier konnten sich FINSSENS Ansichten über den verschlimmernden Einfluß des Lichtes auf entzündete Haut in ihrer praktischen Auswertung nicht erproben. Es liegt daher nicht im Rahmen dieses Buches, hier auf Einzelheiten einzugehen, da das therapeutische Ergebnis ja doch ein negatives wäre. Im übrigen wird über Lichtschutz auch im Kapitel „Hautkrankheiten“ gesprochen.

Literatur

ARNDT: Die Pockenepidemie 1910/1919 in Dresden. *Ergebn. d. inn. Med. u. Kinderkrankh.* 1921. — FEILBERG: Behandling af Kopper med Udelukkelse af Dagslysets kemiske Straaler. *Hospitalstidende*, Nr. 27. 1894. — DREYER (Kairo): Beitr. z. Behandl. d. Variola. *Münch. med. Wochenschr.*, Nr. 31. 1910. — FINSSEN: Om Lysets Indvirkning paa Huden. *Hospitalstidende*. Juli 1893. — DERSELBE: Om de kemiske Straalers skadelige Virkning paa den dyriske Organisme. *Ibidem*. November 1893. — DERSELBE: Koppebehandling med Udelukkelse af de kemiske Straaler. *Ibidem*, Nr. X. 1894. — DERSELBE: Om Koppebehandling. *Ibidem*, Nr. XXXIV. 1894. — DERSELBE: Un traitement de la variole consistant à soustraire les malades à l'action des rayons chimiques du spectre solaire. *Sem. méd.*, S. 469. 1893. — DERSELBE: Recherches sur l'inflammation provoquée par l'action de la lumière solaire. *Ibidem*, S. 470. 1893. — DERSELBE: Les rayons chimiques et la variole. *Ibidem*, S. 302. 1894. — DERSELBE: Traitement de la variole par exclusion des rayons chimiques. *Commun. au Congr. méd. internat. Rome*. 1894. — DERSELBE: Die Behandlung der Variola im roten Licht. *NEISSERS stereoskop.-med. Atlas*, 2. Lief. 1894. — DERSELBE: The red light treatment of smallpox. *Brit. med. journ.* Dezember 1895. — DERSELBE: La variole et l'obscurité. *Presse méd.* 1896. — DERSELBE: Über die Bedeut. d. chem. Strahlen d. Lichtes für Medizin u. Biologie. *Leipzig*. 1899. — DERSELBE: Photothérapie. *Paris*. 1899. — DERSELBE: Nye Undersøgelser over Lysets Indflydelse paa Huden. *Medd. fra FINSSENS med. Lysinstitut*. Köbenhavn. 1899. — DERSELBE: Neue Untersuchungen ü. d. Einwirkung d. Lichtes auf die Haut. *Mitt. aus FINSSENS med. Lichtinstitut in Kopenhagen*. *Leipzig*. 1906. — DERSELBE: Phototherapy. *London*. 1901. — DERSELBE: Anvendelsen i Medicinen af koncentrerede kemiske Lysstraaler. *Medd. fra FINSSENS med. Lysinstitut*. Köbenhavn. 1902. — DERSELBE: Die Anwendung v. konzentrierten chem. Lichtstrahlen in der Medizin. *Mitt. aus FINSSENS med. Lichtinstitut in Kopenhagen*. *Leipzig*. 1902. — DERSELBE: Behandling af Kopper med Udelukkelse af Dagslysets kemiske Straaler. *Medd. fra FINSSENS med. Lysinstitut*. Köbenhavn. 1902. — DERSELBE: Die Behandlung der Pocken mit Ausschließung der chemischen Strahlen des Tageslichtes. *Mitt. aus FINSSENS med. Lichtinstitut in Kopenhagen*. *Leipzig*. 1902. — DERSELBE: Remarks on the red light treatment of smallpox a.

the treatment of smallpox patients in broad daylight warranted. Brit. med. journ. Juni 1903. — DERSELBE: The red light treatment of smallpox. Journ. of the Americ. med. assoc. November 1903. — DERSELBE: The red light treatment of smallpox: a reply. Lancet. November 1904. — LINDHOLM: Hospitalstidende. September 1893. — RICKETTS and BYLES: The red light treatment of smallpox. Lancet. 30. Juli 1904. — DIESELBEN: Ebenda. 17. September 1904. — DIESELBEN: Further note on the red light treatment of smallpox. Ebenda. 26. November 1904. — SVENDSEN: Den sidste Koppepidemi. Med. rev. Oktober 1893. — WÜRTZEN, C. H.: Behandling af Kopper i rødt Lys og i Mørke. Hospitalstidende, Nr. 17. 1909. — DERSELBE: Treatment of smallpox in red light and in the dark. Brit. med. journ. August 1910. — DERSELBE: Om Tidens Indflydelse paa rødt Glas. Hospitalstidende, Nr. 39. 1912. — DERSELBE: The influence of time on red glass. Brit. med. journ. Oktober 1912. — DERSELBE: Die FINSSEN-Behandlung bei Pocken. Ergebn. der inneren Medizin und Kinderkrankheiten, Bd. 14. 1915. — DERSELBE: Traitement de la variole par la méthode FINSSEN. Copenhagen. 1917.

Sachverzeichnis

- Absorption 16, 75
- einer Quarzlampe 75
- Absorptionsverhältnisse der Augen-
medien 375
- Abtötung von Bakterien durch Licht 112
- Acne vulgaris 346
- Adenitis tuberculosa 221
- Adhäsions- und Narbenbeschwerden 251
- Adnexe 425
- Erkrankungen der 423, 425
- Aktinimeter nach FÜRSTENAU 84
- Aktinometer von MICHELSON 26
- Aktinotherapie 8
- Albuminurie 253
- Allgemeinbestrahlung 330
- Alopecia areata 340
- Amalgamlampen 65
- Amenorrhoe 426
- Anämien, 242, 243, 249, 270
- Perniziöse 243
- Sekundäre 237
- Anomalien der Konstitution und des
Stoffwechsels 236
- Anorexie 274
- Antitoxine 96
- Anwendungsgebiet der künstlichen
Höhensonne 229
- Arteriosklerose 249
- Arthralgien 254
- Arthritis gonorrhoeica 253
- tuberculosa cubiti 217
- — genus 212
- — humeri 217
- — manus 219
- — talo-cruralis 215
- Ascaris megaloccephala 115
- Atemfrequenz 103
- Augenheilkunde 373
- Augenhintergrunderkrankungen, Tuber-
kulöse 402
- Augenschädigungen durch Bogenlicht 384
- — ultraviolette Licht 375
- Aureole 50
- Aureollampe 58, 152
- Ausstrahlung der Erdoberfläche, Nächt-
liche 42
- Austausch der Strahlung, Prevosts 15
- Bachsche Höhensonne 63, 64, 153
- Bacillus prodigiosus 132
- Bangsche Eisenlampe 60
- Bartholinische Drüsen 419
- Basedow 256
- Kröpfe 231
- Bauweise 193
- Beck-Lampe 60
- Beinvenen 420
- Belichtungslampe, Vaginale 412
- Beschwerden, dysmenorrhoeische 427
- Bestrahlungs-Einrichtungen der Wiener
Lupus-Heilstätte 55
- — mit Bogenlampen 54
- Lampe nach BIRCH-HIRSCHFELD 390
- Schema 192
- Technik 263, 328
- — mit Vaginalspekulum 416
- Bewegungsvorgänge 99
- Blepharospasmus 376
- Blepharitis 391
- ulcerosa und squamosa 392
- Blutbild und Hämoglobingehalt 100
- 293
- Blutdruck 102
- Herabsetzung des 247, 252
- Blutfarbstoffe 94
- Blutkörperchen, Regeneration d. roten 243
- Blutkrankheiten, Essentielle 243
- Blutungen 427, 428
- Blutverlust 242
- Blutzuckergehalt 237
- Bogen unter verschiedenen Verhält-
nissen 52
- Bogenlampen, Geschlossene 58
- mit Aluminiumseele 73
- — Metallelektroden 60
- Bogenlicht, Konzentriertes 11
- Botriomykose 360
- Brachialneuralgien 254
- Brand- und Frostwunden 168, 171
- Bronchialasthma 245
- Bronchitis 244
- Bronchitiden 273
- Bulbusabschnitt, Erkrankungen im vor-
deren 399
- Bunsen-Roscoesches Gesetz 90

- Cadmiumzelle 31
 Cancroide 361
 Chalazion 391
 Chlorose 243, 270
 Cholesterin 178, 278
 — Bestrahltes 11, 92
 Cholesterol 178
 Chorioretinitis 381
 Chromotherapie 8, 11
 Coccygodynie 420
 Coli-Infektionen, Allgemeine 168, 174
 Conjunctivitis follicularis 391, 392
 Coxitis tuberculosa 185, 210
- Dammrisse 419
 Dariesche Dermatoze 363
 Dekubitalgeschwüre 422
 Dermatitis herpetiformis Duhring 356
 Dermatosen, Juckende 349
 Dermolampe 60
 Desensibilisation 98
 Diabetes 237, 249, 272
 — insipidus 239
 Diathese, Exsudative 246
 — Hämorrhagische 112
 Diffusion 16
 Diphtheriebazillenträger 319
 Dopareaktion 129
 Dosierung des Kohlenbogenbades 150
 — in der Laryngologie 137
 Druckapparate 54, 156
 — Lundsgaards 157
 — Prismatischer 158
 — Trichterförmige zur Ohrbehandlung 157
 Drüsenfieber 182
 Dysfunktion, Ovarielle 256
- Effektkohlen 57
 Einfallswinkel der Sonnenstrahlen 166, 193
 Eiweißkörper 93
 Eiweißstoffwechsel 104
 Ekzema marginatum 345
 — solare 362
 Ekzeme 274, 343
 — des Ohres 321
 Endometritis 423, 424
 Energie-Verteilung im Sonnenspektrum 17
 — Kurve des Sonnenspektrums 20
 — im Spektrum 69
 Entfieberung 179
 Enuresis nocturna 360
 Epidermis 171
 Epidermisierung 321
- Epididymitis, Bazilläre 232
 — tuberculosa 222
 Episkleritis, Tuberkulöse 402
 Epithelverschiebungen 115
 Erbrechen der Säuglinge 274
 Erfrierungen 172, 250
 Ergosterin 178, 279
 — Bestrahltes 12, 92
 Erkrankungen, Chirurgische 201
 — des Auges, Tuberkulöse 401
 Ernährungsstörungen 274
 Erosion 423
 Erscheinung, Photodynamische 97
 Erschöpfungszustände 241, 255
 Erysipel 256, 356
 Erythemdosimeter nach Keller 83
 Erythrasma 345
 Erythroopsie (Rotschen) 379, 380
 Euphosglas 75
 Exsudate 187
 Exsudatreste 246
- Farbenempfindung 380
 Farbenskotome 380
 Fermente 238
 — der Haut, Veränderung des Gehaltes 238
 Ferrozyankalium 82
 Fette 94
 Fettsucht 240, 272
 Filter 74
 — Durchlässigkeit des 75, 76
 — Woodscher 75
 Finsen-Behandlung 336
 — -Reyn-Apparat 55
 — -Reyn-Lampe 155
 Fujinamis-Apparat 159
 Furunkel 345
 Funken, Elektrische 66
 Frauenhofersche Linien 16
- Gangrän 232
 Gefäßerweiterung 248
 Gehörgang 321
 — Furunkulose des 323
 Gehörsempfindungen 321
 Gelenke, Ankylosierte 233
 Gelenklichtbestrahler 245
 Gelenksergüsse 231
 Gelenkschmerzen 253
 Gelenkrheumatismus, Chronischer 272
 Gelenkteile, Verletzungen der 253
 Genitalatrophie, sekundäre 426
 Gesamtstoffwechsel 104
 Geschlechtskrankheiten 358
 Geschwüre, trophoneurotischer Natur 172
 — Variköse 172

- Gesetz, Wien-Plancksches 44
 Gewöhnung an Gifte 133
 — — Licht 133
 Gicht, Die 241
 Glas: Durchlässigkeit verschiedener Sorten 75
 Glasbläserstar 380
 Glasfilter, Färbige 31
 Glaukom 399
 Glimmentladung 66, 67
 Glühlampen 46
 Glühlichtbad 10
 Glühlichtbäder, Elektrische 240
 Glykosurie, Alimentäre 239
 Graueilphotometer, Eder-Hechtsches 30, 83
 Grippe 242
 Grippepneumonie 244
 Grothius-Drapersches Gesetz 90
 Gynäkologie 409

 Hämatoporphyrin 98
 Hämoptye 285, 305, 306
 Haare 99, 171
 — Erkrankung der 339
 Haarwachstum 99
 Hallenlampe nach Jesionek 64
 Handreguliertvorrichtung 50
 Hauptschlußlampe 51
 Hautkarzinome 168, 176
 Hautsensibilität 249
 Hauttemperatur 107, 108
 Hauttuberkulose 180, 181, 332
 Hefner-Kerze 28
 Heliollampe 152
 Heliosis 6
 Heliotherapie 9
 — chirurgischer Erkrankungen 165
 Heliothermos 8
 Helligkeitsverteilung im Sonnenspektrum 17
 Hemeralopie 380
 Herdreaktionen 284
 Herpes corneae 395
 — zoster 254
 Herz 245
 — Leiden 274
 Heuasthma (Schnupfen, Fieber) 246, 318
 Hilusdrüsen 182
 Himmelsstrahlung 21
 Hochgebirge 167, 178
 Höhensonne, Künstliche, in der Chirurgie 225
 — — 11.
 Hordeolum 391
 Hornfarbe 128

 Horngebilde 171
 Hornhaut 393
 — Geschwüre der, ekzematöse 401
 — — — katarrhalische 393
 — — — traumatische 396
 — Tuberkulose der 402
 Hydroa vacciniiformis 362
 Hydrosalpinx 425
 Hypercholesterinämie 180
 Hypertonie, Essentielle 249
 — Renale 249
 Hypoplasie 426

 Ichthyosis 360
 Impetigo contagiosa 345
 Indophenolblausynthese 118
 Induktion, Photochemische 90
 Infektionskrankheiten 237, 256
 Intensitätsverteilung im Spektrum, diskontinuierlichen 67
 — der Quarzlampe (nach Ladenburg) 69
 — der Finsen-Reyn-Lampe 70
 — der Kromayer-Lampe 71
 Interkostalneuralgien 254
 Intertrigo 418
 Iritis 400
 — tuberculosa 402
 Ischias 230, 254, 255, 420

 Jupiterlampe 152, 415
 Jupiterlicht 58

 Kadmium-Zinklampe 390
 Kahlköpfe 3
 Kaliumzelle 30
 Kallusbildung 232
 Karbunkel 345
 Karyokinesen 115
 Keloide (hypertrophische Narben) 353
 Keratitis ekzematosa 401
 — marginalis superficialis 395
 Kerato-Conjunctivitis 383, 401
 Keuchhusten 273
 Kinderheilkunde 259
 Kindesalter 236
 Kirchhoffs Gesetz 15
 Klima 165
 Knochen 3
 Knochenbrüche 168, 175
 KOEPPE, Bestrahlungsapparat nach 387
 Kohlehydrate 94
 — Mobilisation der 238
 Kohlehydratstoffwechsel 105
 Kohlenbogenbad, Künstliches chemisches 138
 — — Universelles 143, 202

- Kohlenbogenbad, Placierung der Patienten 149
 Kohlenbogenlampe 145
 — auf Cemach-Stativ 161
 Kohlenbogenlichtverteilung 53
 Kolpitis granulatis 421, 422
 — senilis 422
 Kompensationspyrheliometer 25
 Kontraindikationen der Lichtbehandlung 207, 281, 428
 Kontraktionen 232
 — Dupuytrensche 233
 Kontusionen 231
 Konzentrationsapparat, Finsenscher 55, 336
 Körper, Schwarze 14
 Körperfunktionen, Allgemeine 236
 Kosinusesatz 311
 Körpertemperatur 107
 Koxitis 182
 Krankheiten der Lider 391
 Krater, Positiver 50
 — 144
 Kraurosis 419
 Kromayerlampe 62, 63, 159, 160
 Kropfleiden 231

 Lampentypen, Offene 58
 Laryngologie 302
 Larynx 308, 318
 — nicht tuberkulöse Erkrankungen des 318
 Larynxtuberkulose 303
 Latenzzeit 90, 332
 Lebensnotwendigkeit des Lichtes 92
 Leukämie 243
 Lichen ruber planus 355
 Lichtbad, Großes 147
 — Kleines 148
 Lichtbehandlung 281, 282
 — Prophylaktische 259
 — Universelle 139
 Lichtbidet 418
 Lichtbogen, Der elektrische 49
 Lichteinfluß auf Immunitätsvorgänge 96
 Lichtempfindlichkeit, U.-V. 330, 361
 Lichtentzündung der menschlichen Haut 100, 106, 121, 332
 Lichterkrankungen 110
 Lichtgewöhnung 92
 Lichtkastenbäder, Lokale 239
 Lichtquellen, Künstliche 42, 155, 201, 297
 — — chemische 140
 — für die Lokalbehandlung 154
 Lichtscheu 376
 Lichtschutz 363
 Lichttherapie 409
 — Allgemeines über 137
 — Die historische Entwicklung der 3
 — Negative 364
 Lichttod 112
 Lichtvollbad 47
 Lichtwirkungen, Direkte, unmittelbare 91, 118
 — Indirekte, mittelbare 91, 118
 — — heilende 11, 178
 Liegehallen 196
 Linse, Schädigung der 376
 Linseneiweiß 377
 Lokalbehandlung 191
 Lokalbestrahlung 308, 331
 — mit konzentriertem Licht 138
 Luftwege, Affektionen der 273
 Lumbago 254
 Luminiszenzerregung 87
 Luminiszenzlicht 80
 Luminiszenzstrahler 44, 56
 Lungentuberkulose 284
 — Indikation der Lichtbehandlung bei 290
 — Methodik der Lichtbehandlung 294
 Lupus der Schleimhäute 335
 — Komplikationen des 337
 Lupus vulgaris 311
 Lupusrezidive 127
 Luxationen 231
 Lymphogranulom 231

 Magen-Darmneurosen 251
 Magenulkus 232
 Malaria 112, 256
 Masernrekonvaleszenz 273
 Maßnahmen, Operative, orthopädische 196, 198
 Mastfettsucht 240
 Mastoiditis 323
 Mebolithlampe 58, 152
 Mekapion nach S. Strauß 86
 Meningitis 187, 188
 Meßmethoden 329
 Messung der Wärmewirkung 80
 — mit Selen- und lichtelektrischen Zellen 84
 Messungen von Sonnen- und Himmelsstrahlung 38
 Messungsergebnisse 31
 Messungsmethoden 24
 — Photochemische 81
 — des Lichtes im Ultraviolett 78
 Methylenblau-Azeton 82
 Metritis 424

Mikro- und Makrosporie 346
 Milch, Jekorierte 178
 Milchglasplattenphotometer 28
 Mineralstoffwechsel 105
 Mittelohr 321
 — Eiterung 322
 Monochromatoren 74
 Morphologische Veränderungen 114
 Mund 319
 Muskel- und Gelenkerkrankungen 253
 Muskelrheumatismus 253
 Muskulatur 261
 Muttermilch 276
 Myom 423
 Myringitis 321

 Nachbehandlung 244
 Nägel 99, 171
 Naevi 352
 Nageleiterung 360
 Narben 232
 — dichtere 394
 Nase 318
 Nasennebenhöhlen, Tuberkulose der 313
 Nasenerkrankung, Tuberkulose 311
 — nicht tuberkulöse 318
 Nebenhöhlenerkrankungen 323
 Nebenschlußlampe 51
 Nekrosen 115
 Nervenstörungen, Trophische 168
 Nervensystem 106, 242
 — Erkrankungen des 254
 Neuralgien 230, 239, 254, 255
 Neurosen 255
 Nierenerkrankungen 252
 Nierentuberkulose 187, 222, 253
 Nyctalopie 380

Öle, — Beleuchtete 323
 Oberlicht 28
 Ohr 319
 Ohrenerkrankungen, Tuberkulose 313
 Ohrensausen 322, 323
 Okzipitalneuralgien 254
 Ophthalmia electrica 376, 382
 Organe 100
 — Isolierte 109
 Organfunktionen 100
 Organsysteme 109
 — Erkrankungen spezieller 244
 Orthselligkeit 28
 — Photometrische 39
 — Photographische 40
 Ossifikationsprozesse 183
 Osteomyelitis 168, 175, 230
 Osteoporose 262

Ostitis calcanei 216
 — tuberculosa metacarpi et phalangis 221
 Otitis 322, 323
 Otologie 302
 Otomykose 321
 Otosklerosen 321, 322, 323
 Ovarienfunktion 236
 Ovarium, Erkrankungen des 425
 Oxydasereaktion 119, 120
 Oxydation des Jodwasserstoffes 81

 Parametritis 424
 Pelveoperitonitis 424
 Pemphigus vulgaris 274, 356
 Perichondritiden 321
 Perimetritis 424
 Peritonitis 187, 272
 — Tuberkulose 250
 Perniones 250, 355
 Pertussis 273
 Phlyktänen der Conjunctiva 401
 Photoaktivität 101
 Photozellen 30
 Picardsche Bestrahlungskammer 248
 Pigment und Entzündung, Abhängig-
 keitsverhältnis 131
 — Anomalien 354
 — Beziehungen 109, 110, 128
 — Bildung 109, 131
 — Schutz 109
 — Vermehrung 131
 — Verschiebung 131
 — Wirkung 109
 Pityriasis rosea 345
 Pityriasis versicolor 345
 Pleuritis 187, 242, 244, 246, 247, 308
 Pneumonie 244
 — Residuen 244
 Pockenbehandlung 430
 — durch Lichtentzug 430
 — Technik der 430
 Poindeckersche Methode 299
 Polarisation des Himmelslichtes 22
 Polyarthrits rheumatica 273
 Portioerosion 423
 Postpneumonische Infiltrate 244
 Probebestrahlung 293
 Prophylaxe 237, 244, 275, 277
 — bei Sonnenbestrahlung 278
 Proteinkörpertherapie 286
 Provitamin 279
 Prozeduren, Hydrotherapeutische 240
 Pruritus vulvae 419
 Pseudo-Erosion 423
 Psoriasis 347
 Pulsfrequenz 102

- Purinstoffwechsel 104, 241
 Pyosalpinx 425
 Pyranometer, A. Angströms 27
 Pyrgeometer, K. Angströms 26
 Pylorospasmus 274
- Quarzbrennerbruch** 281
Quarzlampen 62
 Quarzlichtbestrahlung, Biologische Wirkung der 225
 Quecksilberbogen 61
 Quecksilberquarzbad, Universelles 153
 Quecksilberquarzlicht, Lokalbestrahlung mit 159
- Rachen** 319
 Rachitis 112, 168, 176, 230, 260, 263, 270
 — Leitsätze der Lichtbehandlung 268
 — Prophylaxe der 275
 Reaktionen, Lichtspezifische 92
 Reflektor 53
 — Lampe 244
 Reflex von Schnee und Eis 167
 Regelstörungen 425
 — Behandlung der 425
 Reguliertvorrichtung 51
 Relativphotometer 29
 Rekonvaleszenz 237, 241, 242, 252, 270, 274
 Respirationsorgane 244
 Retroflexio fixata 424
 Rezidive 180
 Rheumatismus, Tuberkulöser 188
 Rhinitis, Vasomotorische 318
 Rhinologie 302
 Ringskotome 380
 Ringwurm, Tropischer 360
 Roborierung 254
 Rosacea 347
 Rose bengale (Dichlortetraajodfluorescein) 397
 Rotlicht 364
 Rotstrahlen 364
 Röntgenbehandlung 223
 — der Knochen-, Gelenk- und Sehnen-scheidetuberkulose 223
 Röntgenphotographie 202
 Röntgenverbrennungen 172, 352
 Rumpfpflichtbad 46
- Sarcoma idiopathicum haemorrhag. 361
 Seborrhöe 340, 344
 Seeigeleier 114
 Sehnenscheiden- und Schleimbeutel-tuberkulose 180, 181
- Sekretion, Störungen der inneren 255
 Selbstbestrahlung 295
 Senkungsgeschwindigkeit 299
 Sensibilisation gegen Licht 97
 Sensibilisationskrankheiten, endogene, exogene 111
 — optische 111
 Sensitivierung 98
 Skleritis mit tiefer Keratitis 402
 Sklerodermie 360
 Skotome, Zentrale 379
 Skrophulose 270, 271
 Sonne 28
 — Antirachitische Wirkung der 265
 Sonnenbad, Das 139
 Sonnengärten 195, 196
 Sonnenklinik 193
 — Schema für eine moderne 195
 Sonnenlicht, Das 154, 295
 — Konzentriertes 155
 — und Klima 165
 — Reflektiertes 308
 Sonnenlichtbehandlung in der Chirurgie 138
 Sonnenscheindauer 25, 193
 Sonnenstich 108
 Sonnenstrahlung, Gemessene Werte der 33
 — Tagesgang der 34
 — — — in Davos 35
 — in Davos, Jahresgang der 36
 Sonnenstrahlung in Davos, kleinste meßbare Wellenlänge der 36
 Sonnenstrahlungsgesetze 14
 Sonnen- und Himmelsstrahlung, Physik der 13
 Spektrosolbestrahlungs Lampe 48
 Spezialapparate zur gynäkologischen Behandlung 412
 Spondylitis 182, 207
 Sycosis staphylogenes 345
 Syphilitische Geschwüre 168, 175
- Schädel** 1
 Schädigung durch Ultraviolettlicht 228
 — — — der Netzhaut 379
 Scheide, Erkrankungen der 421
 — Entzündung der 421
 Scheidenbestrahlungs Lampe 412, 416
 Scheidenheizlampe 412, 416
 Scheinwerferbestrahlung 244
 Schleimhautbestrahlung 238
 Schwächung der Sonnenstrahlung in der Erdatmosphäre 18
 Schwarten 187
 Schwebelaryngoskopie 309, 310

- Schweiß 261
 Schweißen, autogenes, Schädigung durch 376
- Staphyloдерmien, Oberflächliche 345
 Stephansches Gesetz 14
 Stickoxydul 248
 Stoffe, Vorbestrahlte 91
 Stoffwechsel, Intermediärer 104
 — Respiratorischer 238
 Stoffwechselkrankheiten 236, 237
 Stoffwechsel- und Konstitutionsstörungen, Primäre 237
 Störungen des Allgemeinbefindens, Sekundäre 237
 Strahlengang durch die Atmosphäre bei verschiedener Sonnenhöhe 18
 — im Koeppeschen Apparat 388
 Strahlenimmunität 132
 Strahlenstichmethode nach Tschachotin 116
 Strahlung der Erde 23
 Strahlung, Monatssumme der 34
 Strahlung in verschiedenen Wellenbereichen 35
 — Optische, der Sonne und des Himmels 27
 — Photoelektrische 30
 — Photochemische 29
 Strahlungsschwächung in Medien 15
- Tabes dorsalis 254
 Technik der Sonnenbehandlung für Sonnenkuranstalten 190
 Teilbestrahlung 115
 Teilungsgeschwindigkeit 115
 Temperaturen 107
 Temperatursteigerungen 280
 Temperaturstrahler 44
 Temperaturverhältnisse 107
 Tendosynovitis tuberculosa 221
 Terrassen, Anlage der 195
 Terrassierung der Liegehallen 193
 Tetanie 269
 Tetanus 256
 Thermotheapie 8
 Thrombosen 420
 Tiefenwirkung der ultravioletten Strahlen 118, 120, 286, 328
 Toxine 96
 Trachom 391, 393
 Trichomonadenkolpitis 422
 Trichophytia profunda 346
 — superficialis 345
 Trigeminusneuralgien 254
 Tripletlampe 60
- Trockenmilch, Aktivierte 178
 Tuberkulinkur 402
 Tuberkulose 237
 — des Beckens und des Ileosakralgelenkes 182, 183
 — Chirurgische 168, 178, 201, 277
 — des Darmes 180, 188
 — der Haut 332
 — Kindliche 271
 — der Knochen und Gelenke 180, 181
 — der Lymphgefäße und Lymphdrüsen 180, 181
 — Multiple Lokalisationen 189
 — des Mundes 313
 — des Nasenrachenraumes 313
 — des Ohres 314
 — des Rachens 313
 — der serösen Häute und Poncetscher Rheumatismus 180, 187
 — der Sinnesorgane 180, 188
 — der weiblichen Adnexe 187, 250
 — der Wirbelsäule 183
 Tuberculosis pedis 214
 — abdominis 221
- Überanstrengung 241
 Übererregbarkeit, Nervöse 242
 Ulcera cruris 171
 Ulcus serpens corneae 390, 396, 400
 Ulibrenner 61
 Ultraluxlampe 58, 59, 153
 Ultrasonne 414
 Ultrarotkatarakt 377
 Ultrarotstrahlen 379
 Ultrasonne 58, 59, 153
 Ultraviolett-Therapie der Rachitis 177
 — Schäden durch 280
 Ultravioletttherapie, Indirekte 278
 Universalbestrahlungsapparat 384
 Untersuchungen, Zytologische 114
 Urethra, Entzündliche Erkrankungen der 420
 Urodelenhornhäute 115
 Urogenitaltuberkulose 180, 186
 Uterus, Erkrankungen des 424
 Uviolampe 61
- Vagina 421
 Vaginalspekula für die Höhensonne 416
 Vaginitis der kleinen Kinder 422
 Variola 111
 Verätzungen 172
 Verbrennungen 172
 Verdauungsorgane, Erkrankungen der 250
 Verteilung der Strahlungsenergie im Sonnenspektrum 26

- Verwachsungen, postoperative 428
Vitasterin 279
Vitergine 279
Vitiligo 129, 131, 354
Vollsonnenbad 190, 194
Vorderlicht 28
Vorderlichtmessungen 41
Vulva, Blutergüsse in die 419
— Erkrankungen der 418
— Furunkulose der 419
- Wachstum 259
Wachstumsvorgänge 98
Wärmemengen der Sonnenstrahlung 32
Wärmestrahlung 33
— von Himmel und Erde 26
— der Sonne 25
— Tagessummen der 34
Warzen 360
Wasserverlust 240
Wiensches Verschiebungsgesetz 15
Wiesnersches Photometer 29
Wintermonate 166
Wirkungen, Analgesierende 107, 169, 179
— Antagonistische 93
- Wirkungen, Antipyretische 256
— des Lichtes auf lupöses Gewebe 124
— Photodynamische 373
Wolframbogenlampe 56
Wunden 168, 350
— durch Infektion 168, 173
— Schuß-, Riß- und Quetsch- 169
- Xanthelasma palpebrarum 360
Xeroderma pigmentosum 363
- Zahnung 268
Zellmembranen, Durchlässigkeit der 124
Zelltod 116
Zerrungen 231
Zervix, Erkrankungen der 423
Zirkulationsapparat 101
Zirkulationsstörungen 168
— Lokale 249
— Periphere 239
Zirkulationssystem, Erkrankungen 247
Zirkulationsvorgänge, Anregung 240
Zinkkugelphotometer 30
Zone, Antirachitische des Lichtes 263

Das Strahlungsklima von Arosa. Von Dr. F. W. Paul Götz, Lichtklimatisches Observatorium, Arosa. Mit 31 Abbildungen und 69 Tabellen. VII, 110 Seiten. 1926. RM 8,70

Die Heliotherapie der Tuberkulose. Mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen. Von Dr. A. Rollier, Leysin. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 273 Abbildungen. VI, 248 Seiten. 1924. RM 15,—, gebunden RM 17,40

Die Lichtbehandlung des Haarausfalles. Von Dr. Franz Nagelschmidt, Berlin. Vierte Auflage. Mit 89 Abbildungen. IV, 82 Seiten. 1926. RM 3,90

Praktischer Leitfaden der Quarzlichtbehandlung bei Hautkrankheiten nebst diagnostischen und allgemein-therapeutischen Anmerkungen. Von Dr. med. Theodor Pakheiser, Facharzt für Hautleiden in Heidelberg. Mit 7 Abbildungen. IV, 82 Seiten. 1927. RM 3,90

Physikalische Therapie innerer Krankheiten. Von Dr. med. M. van Oordt, leitender Arzt des Sanatoriums Bühler Höhe. Erster Band: **Die Behandlung innerer Krankheiten durch Klima, spektrale Strahlung und Freiluft (Meteorotherapie).** („Enzyklopädie der klinischen Medizin, Allgemeiner Teil.“) Mit 98 Textabbildungen, Karten, Tabellen, Kurven und 2 Tafeln. VIII, 568 Seiten. 1920. RM 18,—

Die Praxis der physikalischen Therapie. Ein Lehrbuch für Ärzte und Studierende von Dr. A. Laqueur, dirigierendem Arzt der Hydrotherapeutischen Anstalt und des Medikomechanischen Instituts am Städtischen Rudolf-Virchow-Krankenhaus zu Berlin. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 98 Abbildungen. X, 358 Seiten. 1926. RM 18,— ; gebunden RM 19,50

Die physikalische Therapie der Herz-, Gefäß- und Zirkulationsstörungen. Von Priv.-Doz. Dr. Franz M. Groedel, Frankfurt a. M. — Bad Nauheim. 111 Seiten. 1925. RM 3,60

Verlag von J. F. Bergmann in München

Die Licht-Therapie. Von Dr. med. Hans Malten, leitender Arzt des Dr. Maltenschen Instituts für Nerven- und Stoffwechselkranke, Baden-Baden. Mit 66 Textabbildungen. VIII, 88 Seiten. 1926. RM 6,60

Elektrotherapie. Ein Lehrbuch. Von Dr. Josef Kowarschik, Primararzt und Vorstand des Instituts für physikalische Therapie im Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 274 Abbildungen und 5 Tafeln. X, 312 Seiten. 1923. RM 12,—; gebunden RM 13,50

Die Diathermie. Von Dr. Josef Kowarschik, Primararzt und Vorstand des Instituts für physikalische Therapie im Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien. Sechste Auflage. In Vorbereitung.

Lehrbuch der Diathermie für Ärzte und Studierende. Von Dr. Franz Nagelschmidt, Berlin. Dritte, neubearbeitete Auflage. Mit 190 Textabbildungen. X, 374 Seiten. 1926. RM 21,—; gebunden RM 22,50

Die Radium- und Mesothorium - Therapie der Hautkrankheiten. Ein Leitfaden. Von Professor Dr. G. Riehl, Vorstand der Universitätsklinik für Dermatologie und Syphilidologie in Wien, und Dr. L. Kumer, Assistent der Universitätsklinik für Dermatologie und Syphilidologie in Wien. Mit 63 Abbildungen im Text. VI, 84 Seiten. 1924. RM 4,80

Die Behandlung innerer Krankheiten mit radioaktiven Substanzen. Von Professor Dr. W. Falta, Vorstand der III. Medizinischen Abteilung des Kaiserin Elisabeth-Spitals in Wien. Mit 9 Textabbildungen. IV, 220 Seiten. 1918. RM 12,60

Zeitschrift für die gesamte physikalische Therapie. Fortsetzung der Zeitschrift für Physikalische und Diätetische Therapie einschließlich Balneologie und Klimatologie. Organ der Mittelrheinischen Studiengesellschaft für Klimatologie und Balneologie. Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrter von A. Goldscheider-Berlin, A. Strasser-Wien, W. Alexander-Berlin.

Jährlich erscheinen etwa 2 Bände zu je 6 einzeln berechneten Heften. Bis Herbst 1927 erschienen 33 Bände. Jeder Band etwa RM 40,— bis RM 50,—

Zentralblatt für die gesamte Radiologie. (Röntgen, Radium, Licht) (zugleich Abteilung B der „Zeitschrift für die gesamte Physikalische Therapie“). Herausgegeben von Dr. K. Frick.

Jährlich erscheinen etwa 2 Bände zu je etwa 15 Heften. Bis Herbst 1927 erschienen 3 Bände. Jeder Band RM 60,—

Einstellung zur Röntgenologie. Eine Untersuchung über die Einfügung der Röntgenstrahlenanwendung in Praxis, Forschung und Unterricht. Von Prof. Dr. G. Holzknacht. 127 Seiten. 1927. RM 8,60

Physikalisch-technische Grundlagen der Röntgentherapie. Von I. Seth Hirsch M. D., Direktor der Röntgenabteilung des Bellevue and Allied Hospitals New York. Mit Dosierungsformeln und einer Dosierungstabelle von Guido Holzknacht, Professor für Medizinische Radiologie und Direktor des Zentralröntgeninstituts des Allgemeinen Krankenhauses in Wien. In deutscher Bearbeitung von Guido Holzknacht und Gottfried Spiegler. Mit 131 Abbildungen und 46 Tabellen. 223 Seiten. 1927. RM 15,—; in Ganzleinen geb. RM 16,50

Röntgentherapeutisches Hilfsbuch. Für die Spezialisten der übrigen Fächer und die praktischen Ärzte. Von Dozent Dr. Robert Lenk, Assistent am Zentralröntgenlaboratorium des Allg. Krankenhauses in Wien. Mit einem Vorwort von Guido Holzknacht. Dritte, verbesserte Auflage. 89 Seiten. 1927. RM 4,80

Praktikum der Hochfrequenztherapie (Diathermie). Mit einem Anhang „Phototherapeutische Methodik“ in sechs Vorträgen. Von Dr. Hans Leo Stieböck, Polikl. Assistent, Leiter der Station für Strahlentherapie an der Wiener Allgemeinen Poliklinik, II. medizinische Abteilung (Vorstand Prof. Dr. A. Strasser). 42 Seiten. 1926. RM 2,40

Physik und Chemie des Radium und Mesothor. Für Ärzte und Studierende. Von Privatdozent Dr. phil. Albert Fernau, Leiter der physikalischen Abteilung der Radiumstation im Allg. Krankenhause in Wien. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Gustav Riehl, Vorstand der Universitätsklinik für Dermatologie und Syphilidologie in Wien. Zweite, wesentlich vermehrte Auflage. Mit 31 Textabbildungen. 101 Seiten. 1926. RM 7,50

Die Klinik der beginnenden Tuberkulose Erwachsener. Von Professor Dr. Wilhelm Neumann, Vorstand der III. medizinischen Abteilung des Wilhelminenspitals, Wien. In drei Bänden. I. Band: Der Gang der Untersuchung. Mit 26 Abbildungen. 158 Seiten. 1923. RM 7,20
II. Band: Der Formenkreis der Tuberkulose. Mit 69 Textabbildungen und einer Tabelle. 266 Seiten. 1924. Unveränderter Manuldruck 1926. RM 12,60, S 21,40
III. Band: Das Heer der nichttuberkulösen Apizitiden und der fälschlich sogenannten Apizitiden. Mit 72 Textabbildungen. 176 Seiten. 1925. RM 8,40

Der heutige Stand der Lehre von den Geschwülsten. Von Prof. Dr. Carl Sternberg. Zweite, völlig umgearbeitete und erweiterte Auflage. Mit 21 Abbildungen. 142 Seiten. 1926. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin. RM 7,50

Die Krebskrankheit. Ein Zyklus von Vorträgen. Herausgegeben von der österreichischen Gesellschaft zur Erforschung und Bekämpfung der Krebskrankheiten. Mit 84, darunter 11 farbigen Abbildungen im Text. 360 Seiten. 1925. RM 18,—; geb. RM 19,50

Emphysem und Emphysemherz. Klinik und Therapie. Von Professor Dr. Nikolaus Jagić und Dr. Gustav Spengler, Wien. 42 Seiten. 1924. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin. RM 1,50

Schrumpfniere und Hochdruck. Von Dr. A. Sachs, Assistent der I. Medizinischen Abteilung des Allgemeinen Krankenhauses in Wien. 59 Seiten. 1927. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin. RM 3,60

Syphilis und innere Medizin. Von Hofrat Prof. Dr. Hermann Schlesinger, Wien. Erster Teil: **Die Arthro-Lues tarda und ihre Therapie.** 8 Abbildungen im Text. 165 Seiten. 1925. RM 9,90

Zweiter Teil: **Die Syphilis der Baueingeweide.** 17 Abbildungen im Text. 289 Seiten. 1926. RM 19,50

Der dritte in Vorbereitung befindliche (Schluß-)Teil wird die syphilitischen Veränderungen der Brustorgane und der Drüsen mit innerer Sekretion umfassen und Oktober 1927 erscheinen.

Das Zwerchfell im gesunden und kranken Zustand. Von Privatdozent Dr. Karl Hitzenger, Assistent der I. Medizinischen Universitätsklinik in Wien. Mit 130 Abbildungen im Text. 213 Seiten. 1927. RM 18,—, in Ganzleinen gebunden RM 19,80

Herzhinterwand und oesophageale Auskultation. Von Dr. S. Bondi, Privatdozent für innere Medizin an der Universität Wien. Mit 32 Textabbildungen. 120 Seiten. 1927. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin. RM 8,40

Fortschritte und Probleme in der Therapie innerer Krankheiten. Von Privatdozent Dr. Paul Saxl, Assistent der I. Medizinischen Universitätsklinik in Wien. 137 Seiten. 1926. RM 6,60

Urologie und ihre Grenzgebiete. Dargestellt für praktische Ärzte. Von V. Blum, A. Glingar und Th. Hryntschak, Wien. Mit 59, zum Teil farbigen Abbildungen. 324 Seiten. 1926. In Ganzleinen RM 16,50

Die Gonorrhoe des Weibes. Ein Lehrbuch für Ärzte und Studierende. Von Dr. R. Franz, Privatdozent an der Universität und Direktor-Stellvertreter am Maria Theresia-Frauenhospital in Wien. Mit 43, darunter 7 farbigen Abbildungen. 201 Seiten. 1927. RM 12,—; geb. RM 13,20

Die Unfruchtbarkeit der Frau. Bedeutung der Eileiterdurchblasung für die Erkennung der Ursachen, die Voraussage und die Behandlung. Von Professor Dr. Erwin Graff, Wien. Mit 2 Textabbildungen. 100 Seiten. 1926. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Medizin. RM 6,90

Operative Frakturenbehandlung. Technik, Indikationsstellung, Erfolgsfolge. Von Dr. Rudolf Demel, Assistent der I. chirurgischen Universitätsklinik in Wien. Mit 212 Abbildungen. 235 Seiten. 1926. RM 16,50; gebunden RM 18,60

Kompendium der Augenheilkunde. Von Prof. Dr. Robert Salus, Vorstand der Augenabteilung des poliklinischen Institutes der deutschen Universität in Prag. Mit 54 Abb. im Text. 210 Seiten. 1926. RM 7,50

28/530

COUNTWAY LIBRARY



HC 2S1U 4

t. 3205

Handbuch der lichttherapie, 1927

Countway Library

BFM0582



3 2044 046 299 442

dup
2.10

t. 3205
Handbuch der lichttherapie, 1927
Countway Library BFM0582



3 2044 046 299 442